N° 9-10 1942/1945

Revue générale des Sciences pures et appliquées

Fondateur : L. OLIVIER (1890-1920).
Directeurs : J.-P. LANGLOIS (1910-1923), L. MANGIN (1924-1937), R. ANTONY (1937-1941)

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. le Dr Gaston DOIN,
8, Place de l'Odéon, Paris (VIe)

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

Le centenaire de la naissance de Metchnikoff

C'est le 3 mai 1845 qu'est né en Russie, à Karkoff, Elie Metchnikoff, qui devait devenir sous-directeur de l'Institut Pasteur à Paris. Metchnikoff fut un zoologiste et un microbiologiste éminent dont les travaux animés d'une vaste pensée synthétique laissèrent une trace indélébile dans l'histoire des sciences biologiques et de leurs rapports avec l'élaboration de nos connaissances sur les maladies et le vieillissement.

Ses jeunes années se passèrent à la campagne où, en poursuivant ses études, il se passionna pour la botanique et manifesta un goût prononcé pour l'histoire naturelle en général. Les théories de l'évolution des êtres vivants le captivèrent et il s'attacha à leur étude sur les animaux inférieurs. Vers sa vingtième année, il publia un mémoire resté classique sur un nouveau groupe de ces êtres.

Metchnikoff travailla à Giessen auprès du naturaliste allemand Leuckart, puis à Naples où, avec un jeune zoologiste russe Alexandre Kovaleski, il effectua une série de recherches retentissantes rattachant étroitement le développement des Invertébrés à celui des Vertébrés. Pour une très large part, elles constituent une base des théories générales de l'embryogénie évolutionniste.

A 22 ans, Metchnikoff fut nommé docent à l'Université d'Odessa où son laboratoire devint un centre ardent de recherches. Des difficultés d'ordre personnel avec ses collègues lui firent quitter cette ville pour Saint-Pétersbourg. Il fit alors d'importants voyages scientifiques en Méditerrannée, il Naples, à Messine, à Trieste. De 1873 à 1882, à continua ses croisières tout en étant professeur à Odessa où il était revenu.

Tous ceux qui ont approché Metchnikoff reconnaissent qu'il avait les qualités et les défauts d'une nature puissante et riche. Il avait un véritable tempérament de lutteur. Violent, il ne supportait aucune atteinte aux idées qui lui étaient chères. Jamais il ne se départait d'un franc parler souvent âpre, parfois incisif. Ainsi que l'a écrit Mme Olga Metchnikoff, sa femme, « la vérité et la sincérité primaient tout pour lui. Il avait au plus haut degré le courage de ses opinions, même quand elles devaient lui nuire. Il défendait jalousement son indépendance et rien ne pouvait le forcer à agir contre ses convictions. »

En 1882, ayant protesté contre les atteintes à l'indépendance de l'Université d'Odessa pour le choix de ses professeurs, il fut obligé de démissionner, dans des conditions mauvaises de santé et dans une situation pécuniaire voisine de la précarité. Le destin l'orientait sur la route qui devait le conduire vers Pasteur et à l'établissement de sa fameuse théorie de la phagocytose avec laquelle il allait obtenir l'audience du grand public.

***

La phagocytose est une propriété des globules blancs de l'organisme appelés, aussi leucocytes ou encore phagocytes, de pouvoir détruire par captation et digestion des éléments figurés sur lesquels ils entrent en contact.

Le sang contient des globules rouges ou hématies et des globules blancs. Mais alors que les premiers ne sortent jamais du système des vaisseaux sanguins, les seconds peuvent traverser les parois du réseau capillaire et se répandre dans les tissus conjonctifs qui constituent la substance interstitielle interposée sous des formes très nombreuses entre des organes qu'elle rattache les uns aux autres et maintient en place. Cette sorte d'évasion des leucocytes des capillaires sanguins est désignée par le nom de diapédèse.

Les globules blancs ayant ainsi pénétré dans les tissus conjonctifs y cheminent en tout sens : ce sont des cellules migratrices. Dans certains cas, elles se fixent et deviennent des cellules conjonctives. L'inverse peut se produire, des cellules fixes les tissus conjonctifs deviennent alors des cellules migratrices. Ce qui fait qu'il n'y a pas de différences essentielles entre les unes et les autres. Les globules blancs ont donc une très vaste répartition dans l'organisme puisqu'on les trouve dans le sang, dans les espaces intercellulaires des tissus conjonctifs et dans la lymphe qui circule dans une série de canaux prenant naissance dans ces espaces et se jetant dans le système veineux. Ils peuvent d'ailleurs pénétrer dans tous les tissus par suite de leur activité propre extrêmement puissante et déliée.

C'est Spallanzani, en 1768, et Hewson en 1779, qui découvrirent l'existence des globules blancs. Le premier Virchow, en poursuivant des travaux de pathologie, leur assigna un rôle dans la genèse et l'évolution des maladies. Mais c'est à Metchnikoff que l'on doit la mise en évidence de leur place en physiologie normale et pathologique ainsi que de leur rôle prépondérant dans ce qu'on appelle la défense de l'organisme.

Avant de pousser plus avant, il nous faut résumer brièvement nos connaissances sur les globules blancs, leucocytes ou phagocytes.

* * *

La théorie cellulaire quelque peu centenaire nous enseigne que tous les organismes vivants, animaux ou végétaux, sont formés à partir de la cellule, unité constituante élémentaire. Mais, on conçoit bien que l'organisation des êtres lui a imprimé des caractères différentiels qui dérobent son unité fondamentale, unité de forme et de composition, au premier examen. Cependant, sous des dehors dissemblables au possible, les cellules des muscles, des nerfs, des os, des tendons par exemple, gardent certains caractères communs et ceci avec une persistance variable. Dans l'ensemble de l'organisme, le développement si complexe des espèces cellulaires conserve à certaines des caractères de base qui en font, en quelque sorte, des témoins des représentants de l'état initial inaltéré des différents types divergents de l'organisme développé. C'est précisément le cas des globules blancs qui sont, dans les êtres vivants supérieurs à structure celullaire fortement différenciée, les éléments les plus voisins de la cellule primitive telle qu'elle existe chez les animaux inférieurs comme l'amibe. Ils possèdent les propriétés originelles du protoplasme, c'est-à-dire de la matière vivante.

Les globules blancs ont, en effet, la propriété de l'excitabilité, la faculté de réagir aux excitations de l'extérieur, ce qui se traduit par des phénomènes de déformation, autrement dit de contractibilité. Placés dans des conditions favorables, ils sont mobiles et l'orientation et l'adaptation de leurs mouvements permet de leur attribuer une sensibilité assez élevée. Enfin, les leucocytes, les phagocytes, comme de véritables amibes, peuvent englober et digérer les éléments avec lesquels ils sont en contact puis abandonner, au milieu dans lequel ils sont plongés, des produits de sécrétion de nature variée.

* * *

Metchnikoff était zoologiste. Il savait comment les êtres unicellulaires absorbent les éléments solides figurés, comment une amibe, par exemple, en présence d'une proie, se déforme et envoie des prolongements protoplasmiques pour la saisir et l'entourer, comment ensuite la particule ainsi capturée, englobée dans le protoplasme de l'amibe est digérée, dissoute en quelque sorte. Il avait observé dès 1865 des phénomènes de digestion intra-cellulaire dans la série animale. Travaillant à Messine depuis 1882, c'est dans cette ville qu'il démontra la réalité de la phagocytose. Cette propriété digestive des phagocytes avait été entrevue par Haeckel en 1862, par Recklinghausen, Cohnkein en 1867 et par d'autres observateurs. La preuve expérimentale en fut donnée par Metchnikoff en étudiant de grandes larves transparente d'étoile de mer dans lesquelles on voit aisément les leucocytes. Il eut l'idée d'introduire à l'intérieur de ces larves des épines de rosier et il constata que les leucocytes s'accumulaient autour d'elles et les englobaient. Dans des expériences analogues, il observa le même résultat après l'introduction de bactéries. Metchnikoff comprit alors qu'il avait sous les yeux le mécanisme de ce qu'on nomme l'inflammation chez les organismes supérieurs. L'afflux de globules blancs qui constitue le pus, lui apparut comme la réaction des cellules à un agent extérieur, et en particulier, à un microbe pathogène introduit dans l'économie. Il devait, plus tard, trouver un cas aussi frappant et facile à observer au microscope, chez un petit crustacé, une daphnie, envahie par des cellules d'une larve. Ainsi, dans son esprit,

le processus le plus général peut être de la pathologie, était ramené au mécanisme biologique de la digestion intracellulaire.

L'activité du zoologiste Metchnikoff devait, dès lors, s'orienter vers le domaine de la médecine expérimentale. On ne s'étonnera donc pas de le voir accepter en 1885 la direction d'une station bactériologique à Odessa et finalement de le trouver en relation avec Pasteur qui s'était vivement intéressé à sa théorie phagocytaire dès ses premières publications à son sujet.

En octobre 1888, Metchnikoff s'installa à l'Institut Pasteur où il devait passer 28 ans « dans une stabilité qu'il n'avait jamais connue, réunissant pour la première fois à faire de la science pure en dehors de toute politique et toute fonction publique, avec des moyens de travail appropriés. Aussi refusa-t-il à diverses reprises de brillantes situations qui lui furent offertes. » (Maurice Caullery). Dans ce célèbre établissement dont il fut le sous-directeur, Metchinokff devint le chef d'une nombreuse école.

La théorie phagocytaire fut exposée dans toute son ampleur en 1892. D'après elle, dans la résistance de l'organisme à une maladie infectieuse, tout se passe comme si les globules blancs, autrement dit les leucocytes ou phagocytes, étaient des soldats chargés de défendre l'organisme contre une invasion étrangère. Des microbes pénètrent-ils dans les tissus, il y a asusitôt comme un branle-bas de combat. La lutte s'engage et suivant la supériorité ou l'infériorité des globules blancs, l'organisme résiste ou succombe. Partout où le microbe envahisseur est cerné, englobé, ingéré, les leucocytes sont victorieux et ils puisent dans leur victoire même de nouvelles forces contre une nouvelle invasion.

Ces vues sont évidemment quelque peu simplistes et ne valent que pour une première approximation du phénomène de l'immunité. Toutefois, avec leurs métaphores militaires, elles traduisent en langage courant accessible à tous l'essentiel de la théorie de l'immunité que Metchnikoff ramène : « à la physiologie cellulaire, au phénomène de résorption des agents morbides par voie de digestion intracellulaire », donc aux phénomènes de biologie générale. C'est aussi à des phénomènes du même ordre qu'il faut rattacher des travaux d'importance capitale comme ceux de Bordet, provoqués par les idées de Metchnikoff. Les « anticorps » agents du mécanisme de l'immunité, ont été trouvés et étudiés d'abord dans des organismes infectés. Mais il faut envisager leur production comme un processus très général où apparaît la tendance d'un être à maintenir son intégrité spécifique et qui se développe chaque fois que s'introduit en lui un élément, quel qu'il soit, portant la marque d'une espèce étrangère. C'est un aspect de la grande conception biologique qui considère tout organisme vivant comme un système résistant à toute action susceptible de la modifier, action extérieure ou action intérieure.



Metchnikoff rapprocha dans son esprit l'opposition de l'organisme à la pénétration des microbes et son autorisation, si on peut dire, à l'élimination des parties vieillies ou en état d'infériorité qu'il contient. Il appliqua alors à ces deux genres de phénomènes ses idées sur la phagocytose et édifia dans cette voie sa théorie du vieillissement, sa théorie de la sénescence. Pour les organismes, il existe des processus mortels à marche très lente dans lesquels on ne saisit pas l'intervention d'agents perturbateurs des phénomènes vitaux nettement accidentels ou anormaux. Comme l'écrivait Albert Dastre, la mort paraît être alors l'aboutissant d'une déchéance qui se fait par degrés insensibles, par suite de l'accumulation progressive de très petites perturbations inappréciables. Tel est ce qu'on nomme le vieillissement ou la sénescence. Pour Merchnikoff, les éléments du tissu conjonctif et les phagocytes — entre lesquels, nous l'avons vu, il n'y a pas de différences essentielles — qui existent partout autour des cellules hautement spécialisées et plus nobles, les détruiraient, les digéreraient dès que leur vitalité serait fléchissante. Ils prendraient leur place. Une substitution se produisant ainsi du tissu conjonctif, qui ne possède que de banales propriétés végétatives, aux tissus supérieurement différenciés, aurait pour résultat une déchéance certaine. L'élément grossier brutal et énergique étoufferait l'élément affiné et supérieur. Ainsi le phagocyte, dans les phénomènes de l'immunité, protège la vitalité, il la détruit dans celui de la sclérose sénile, facteur de sénescence.

Les séries de recherches de Metchnikoff sur la vieillesse l'entraînèrent à examiner les conditions de l'usure de l'organisme. Il fut ainsi amené à la considérer comme le résultat de l'action prolongée de substances toxiques provenant des microorganismes qui pullulent dans l'intestin. De là découlent ses travaux sur la flore intestinale normale ou pathologique et les moyens de la transformer favorablement. C'est encore ses considérations sur la vieillesse complétées par la constatation de l'analogie entre certaines lésions syphilitiques qui l'attirèrent vers l'étude de cette maladie. Il fut le premier à l'étudier expérimentalement sur les animaux. Les questions de cet ordre examinées d'un point de vue très général retinrent son attention jusqu'à sa mort. Il avait mis sur le chantier un ouvrage qui devait être un véritable traité de

sexologie biologique et sociale. Il ne put en écrire que l'introduction dans laquelle il esquissa les grandes lignes de son sujet tout en résumant ses idées générales sur l'existence humaine.

***

Maurice Caullery a noté un curieux aspect de la pensée de Metchnikoff. Entre les conditions physiologiques de notre existence et notre comportement psychologique, Metchnikoff avait relevé l'existence de contradictions, de déharmonies profondes. Il avait été frappé de l'opposition dramatique qui existe entre les exigences de nos instincts, de nos désirs et les possibilités de maintien et de prolongation d'une activité juvénile. Il voulait instaurer dans nos sociétés une lutte soutenue contre le vieillissement prématuré en imposant des principes de conduite physique et morale scientifiquement établis.

Le vrai but de l'existence humaine, a-t-il écrit, « consiste dans la vie active et conforme aux dispositions individuelles, vie prolongée jusqu'à l'apparition de « l'instinct de la mort », c'est-à-dire jusqu'au moment où l'homme éprouve la satisfaction d'avoir vécu assez longtemps et commence à désirer le néant. Les exemples d'une vie pareille, que j'ai désignée sous le nom d' « Orthobiose », sont actuellement très rares, à cause de l'état imparfait de l'hygiène contemporaine. Mais, avec les progrès de cette science qui est entrée dans sa phase positive, on peut prévoir une époque où la vie se prolongera assez pour qu'un très grand nombre d'hommes atteignent le but rationnel de leur existence. Seulement, il ne faut pas penser que le but de la vie normale consiste simplement dans une longévité considérable. Lorsque, comme dans quelques exemples que nous connaissons, le rassasiement de la vie se manifeste déjà après quatre-vingts ans, dans des cas exceptionnels même plus tôt, la prolongation de l'existence ne présente plus aucun avantage. C'est l'évolution progressive et normale de l'instinct de la mort, qui constitue le vrai but de l'existence humaine.

Nous connaissons déjà quelques règles capables d'amener à cette fin et qui concernent l'hygiène de l'alimentation. La vie sobre avec un régime mixte (avec prépondérance de la nourriture végétale) secondé par l'absorption d'aliments préalablement débarrassés de microbes par le chauffage, constituent la base de l'hygiène rationnelle ». Une telle rationalisation devrait être entreprise méthodiquement pour toutes nos fonctions physiologiques et psychologiques.

En bref, Metchnikoff voulait avec Montaigne que l'homme sache jouir loyalement de son être ; « les plus belles vies sont celles qui se rangent au modèle humain avec ordre, sans miracle et sans extravagance ». Pour atteindre cette perfection de sagesse, avec Descartes, il demandait à la science, à « tout ce qu'on y sait », à tout « ce qui reste à y savoir », les moyens de nous « exempter d'une infinité de maladies tant du corps que de l'esprit, et même aussi peut être de l'affaiblissement de la vieillesse » tant il est vrai que la santé est « le premier bien et le fondement de tous les autres biens de cette vie. » L'œuvre de Metchnikoff a été, en quelque sorte, un message d'épicurisme rationnel et positif.

ALBERT RANC.

La structure de l'hypotalamus et la fonction thermorégulatrice chez les Marsupiaux *(Dydelphys virginiana Kerr)*

Nous nous sommes intéressés à l'étude de la région sous-thalamique de l'opossum pour deux raisons :

1° L'opossum est *très primitif* parmi les Marsupiaux et d'une façon générale quand on considère l'ensemble des Mammifères. Dans ces dernières années, l'organisation anatomique de l'hypothalamus a été étudiée chez quelques mammifères dont certains allèguent le maximum de spécialisation au point de vue cérébral (homme, chimpanzé, macacque, chien, rat, souris, lapin, cobaye, chauve-souris). La question de savoir si la région sous-thalamique de l'opossum, quant à la cyto-architectonie et quant à la structure cellulaire de ses éléments constitutifs diffère de la même région d'autres espèces nous paraît donc des plus intéressantes pour l'étude de l'évolution du cerveau.

2° Les marsupiaux sont des *mammifères à température basse* ; en effet (1), on a constaté les températures moyennes suivantes la température extérieure étant de 15°C, :

Monotrêmes est à peu près 29° 8 C.
Marsupiaux » » 36° 5 C.

Chez un petit Didelphydé du Brésil d'une espèce très voisine de celle que nous avons examinée, Gley et Ozario de Almeida ont constaté que la température était plus basse que chez tout autre mammifère, si l'on excepte l'Ornithorhynchus et l'Echidna (2). Ce caractère spécial influe-t-il sur la structure d'une région cérébrale dont l'importance pour la thermo-régulation est admise par nombre d'auteurs ? Il est vrai que les marsupiaux

(1) C.-J. MARTIN : *Philosoph. transactions of the Royal Soc.*, 1902, vol. 195 B., p. 1.
(2) E. GLEY et OZORIO DE ALMEIDA. : *C. R. Soc. Biol.*, 1924, vol. 90.

en général, et les Didelphys en particulier, ont un appareil thermorégulateur sensible.

Notre examen a porté sur un exemplaire de Didelphys virginiana Kerr. Le cerveau a été inclus à la celloïdine et des coupes en série d'une épaisseur de 16 µ ont été effectuées et colorées au Nissl et au Loyez alternativement.

Nous avons pu identifier facilement les noyaux suivants : noyau supra-optique, noyau paraventriculaire, substance grise centrale, corps de Luys, corps mamillaire, zona incerta. Quant à la structure cellulaire des éléments constitutifs de ces noyaux, nous ferons les remarques suivantes :

Les cellules composant le *noyau supra-optique* sont très grandes, mal délimitées. Le corps protoplasmique est de contours variés et irréguliers. On ne distingue pas de prolongements. Le protoplasme est foncé, mais la substance chromatophile ne se présente pas sous forme de grains de Nissl ; elle a la forme de gros morceaux, « comme des écailles ». Le noyau n'est pas toujours bien visible. Là où il est visible, il n'a pas de limites très nettes. Il est clair, avec un ou deux nucléoles foncés et, à la périphérie, de petits grains chromatophiles. Il est grand, excentrique. Cette description s'accorde assez bien avec celle donnée par Grünthal (1) pour l'homme et le chimpanzé.

Les cellules du *noyau paraventriculaire* sont mieux délimitées que celles du noyau supra-optique. On voit quelques prolongements. La forme des cellules est polygonale, irrégulière. Le corps protoplasmique se colore d'une façon diffuse et différemment ; parfois il est foncé, parfois clair. Le noyau est grand, arrondi et bien délimité. On distingue facilement un nucléole très foncé et plusieurs petits grains de substance chromatophile plus petits que les nucléoles et disposés à la périphérie. Dans certaines cellules, il y a des vacuoles ; certaines mêmes sont si grandes qu'elles occupent presque toute la cellule.

On remarque un autre type cellulaire dans le noyau paraventriculaire. C'est une cellule sensiblement plus petite et plus claire que la première. Son corps protoplasmique est toujours bien visible et bien délimité. Il apparaît parfois sous forme d'une queue claire. Le noyau est très grand, contenant plusieurs grains de substance chromatophile, toujours périphériques. Il est difficile de reconnaître un nucléole. Le noyau est parfois excentrique.

Pour Laruelle (2), l'existence de ces deux types cellulaires justifient la division de certains auteurs en noyaux magno-cellulaire et parvo-cellulaire.

La substance grise centrale est composée de deux

(1) *Journ. f. Psychol. u. Neurol.*, 1933, vol. 45, p. 237.
(2) Rapports à la *Soc. de Neurologie.* Réunion internat. de juin 1933.

parties différentes : une partie médiane et une partie latérale. L'élément constitutif de la partie médiane consiste en petites cellules très claires à structure analogue à celle du deuxième type du noyau paraventriculaire, avec cette différence que les cellules de la partie médiane de la substance grise centrale sont plus petites. Leur corps protoplasmique est aussi très pâle. Il ne représente qu'une ombre aux extrémités étirées. Le noyau est grand, il possède une membrane et contient plusieurs grains de substance chromatophile toujours situés à la périphérie du noyau. Les cellules de la partie latérale sont moins serrées que celles de la partie médiane, elles sont très foncées, un peu plus grandes que les éléments de la partie médiane. Il est difficile d'analyser leur structure intracellulaire ; on n'arrive même pas toujours à distinguer un noyau.

La cellule se réduit souvent à une silhouette foncée dont on suit les prolongements parfois même sur une longue distance. Le noyau paraît plus foncé que le fond protoplasmique. Aucun nucléole n'est visible. Nous pouvons dire que la substance grise centrale médiane subit à sa base, immédiatement au-dessus du chiasma, un épaississement qu'on pourrait désigner, suivant Grünthal (l. c.), du nom de *noyau suprachiasmatique.* Ce noyau est composé de cellules identiques à celles de la substance grise centrale. Elles sont très serrées.

A un niveau postérieur à celui du noyau supra-optique, mais encore au niveau du chiasma, on constate, de part et d'autre du noyau paraventriculaire qui persiste, un noyau bien délimité, étendu, arrondi, correspondant au *tuber cinereum* de Tsai (1) et probablement au noyau *juxtatrigonal* de Foix et Nicolesco (2). Les cellules sont très serrées, petites, sensiblement plus petites que celles du noyau paraventriculaire. On reconnaît un corps protoplasmique pâle et mince qui se colore de façon diffuse. Dans la plupart des cellules, on peut suivre des prolongements. Le noyau est grand, clair, excentrique, rond, et possède plusieurs grains de substance chromatophile de taille égale et distribuées de préférence le long de la membrane nucléaire.

Toujours au même niveau, dorso-médian par rapport au noyau paraventriculaire, on trouve un groupe cellulaire dont les éléments sont très foncés. Leur caractère le plus saillant consiste dans la longueur extraordinaire des prolongements qui sont très nets, très colorés et sinueux. Ces cellules sont un peu plus petites que les précédentes, plus souvent bipolaires, étirées. Pas de vacuoles ; peu de grains de Nissl. Leur noyau est excentrique, pâle, avec plusieurs grains de substance chromatophile à la périphérie.

(1) *Journ. Comp. Neur.* 1925, vol. 39, p. 173.
(2) Les Noyaux Gris Centraux, Masson, Paris 1925.

Le *corps sous-thalamique de Luys* représente une masse grise bien délimitée et d'une extension moyenne. Les cellules qui le composent sont irrégulièrement distribuées et assez serrées, conformes à la description de la même région chez l'homme, par Foix et Nicolesco.

Elles sont multipolaires. Leur corps protoplasmique est généralement clair, d'une teinte rose ; il se colore de façon diffuse. Le noyau est grand, clair, avec un nucléole unique et foncé. A sa périphérie on voit toujours des morceaux de substances chromatophile. On constate ici aussi l'abondance de l'élément névroglique, surtout astrocytaire. Pas de pigments.

D'une façon générale, on peut dire que l'organisation histologique du corps sous-thalamique est assez primitive par rapport à ce qu'on voit chez l'homme.

Le *corps mamillaire* : Dans notre série, nous pouvons y distinguer une partie latérale et une partie ventrale. Les cellules qui constituent la partie latérale sont, comme chez l'homme, plus grandes. Le corps protoplasmique se colore de façon diffuse, parfois pâle, il est parfois incolore. Le noyau est grand, clair, de préférence excentrique, contenant plusieurs éléments de substance chromatophile, distribués à la périphérie. On voit quelques prolongements.

La structure de la partie ventrale, encore moins délimitée, et surtout plus petite, est difficile à étudier, car il s'agit d'un amas diffus de petites cellules dont le corps protoplasmique est presque entièrement occupé par le noyau.

Les cellules de la *zona incerta* sont toujours allongées et nettement bipolaires. Elles sont très foncées. Les plus petites se réduisent à des silhouettes foncées allongées. Certains types plus volumineux ont une structure à gros noyau, à grains chromatophiles, placés à la périphérie, mais ces éléments sont rares. Névroglie abondante. Pas de lipochrome.

CONCLUSIONS

D'une façon générale *l'organisation cyto-architectonique de la région sous-thalamique du Didelphys virginiana Kerr est déjà très perfectionnée bien qu'il s'agisse d'un mammifère dont l'ensemble de l'organisation accuse un caractère très primitif.* Nous avons pu retrouver les noyaux principaux de l'hypothalamus qui, par conséquent, apparaît *chez les mammifères, même les plus « inférieurs », déjà dans son organisation définitive* (il est vrai que nous n'avons pas examiné de Monotrème). Comme R. Anthony (1) l'a remarqué, récemment : l'évolution ne se poursuit donc pas toujours du simple au complexe. D'un noyau à l'autre, cependant, la structure cellulaire de l'hypothalamus de l'opossum varie peu. Le type prédominant est représenté par une cellule au corps protoplasmique mince, coloré de façon diffuse et pourvu d'un gros noyau, souvent excentrique, à la périphérie duquel se trouve distribuée la substance chromatique sous forme de petits morceaux irréguliers. Cette structure rappelle certaines formes embryonnaires de la cellule nerveuse (2).

Aucun rapport ne peut être établi entre l'organisation anatomique de l'hypothalamus et le système thermorégulateur spécial chez l'opossum.

W. RIESE et P. GOUZI.

(1) *Arch. du Muséum*, VI[e] série, tome XV.
(2) V. RIESE : *Proceeding Kon. Nederl. Akad. v. Wetensch.* 1939, vol, 42 No. 2.

Laboratoire de Physiologie Générale de la Sorbonne et Laboratoire d'Ethologie des Animaux sauvages au Muséum National d'Histoire Naturelle.

Une partie de la région sous-thalamique chez le *Didelphys virginiana Kerr.*

Introduction à l'étude des stilliréactions

La chimie analytique n'est point devenue une science mineure. Cette branche si claire et si logique du savoir, qui englobe tout ce qui est mesure en chimie, n'est ni morte ni même somnolente. Il suffit, pour s'en convaincre, d'énumérer quelques-uns des multiples domaines qui, depuis trente ans, ont élargi son territoire : Stilliréactions, complexes organiques internes, chromatographie, potentiométrie, indicateurs de *p*H, d'absorption et de fluorescence, polarographie, micro- et semi micro-analyse organique, électrophotométrie, etc... Les stilliréactions retiendront notre attention.

DÉFINITION. — Par stilliréactions (du lat n *stilla* : goutte), terme créé en 1940 par MM. Delaby et Gautier, il faut entendre à la fois les réactions à la touche (Spot'tests, Tüpfelreaktionen) et les réactions à la goutte (Drop reactions, Tropfenreaktionen), c'est-à-dire la réalisation à l'échelle micro- et semi microchimique, des réactions permettant, en macrochimie, de caractériser les ions.

HISTORIQUE. — A la vérité, ce mode d'identification des ions n'est point nouveau. La macroanalyse utilise, et depuis longtemps, les réactions à la goutte et à la touche. Déjà, en 1859, le chimiste Pincus proposait l'emploi du ferrocyanure de potassium comme indicateur externe pour caractériser soit à la touche, soit à la goutte l'excès de sel d'uranyle dans le dosage de l'ion phosphorique par précipitation à l'état de phosphate d'uranyle (procédé

Leconte, 1849) : formation de ferrocyanure d'uranyle rouge brun. Mais, grâce à la réalisation d'une très minutieuse technique et la découverte de nombreux réactifs organiques souvent plus spécifiques et plus sensibles que les réactifs minéraux, les réactions à la goutte et à la touche ne jouent plus un rôle effacé. Les pionniers de ce système d'identification des ions sont la russe Tananaeff, l'allemand Gutzeit, le hollandais Van Nieuwenburg et l'autrichien Feigl. C'est plus particulièrement à ce dernier que cette microtechnique est redevable de son plus fécond développement ; c'est par lui qu'ont été réalisées, en cette matière, les plus heureuses innovations.

Avantages des stilliréactions. — Simplicité de réalisation, extraordinaire sensibilité, économie de réactifs, de prise d'essai et de matériel, simplification des opérations analytiques, gain de temps, propreté et netteté de la technique, tels sont les avantages les plus évidents présentés par cette branche modernisée de l'analyse.

1° *Simplicité de réalisation.* — Soit à caractériser l'aluminium dans une solution très diluée d'alun ; nous utiliserons une précieuse réaction colorée, découverte en 1915 par le chimiste américain Atack : formation, en milieu ammoniacal, d'une laque rouge framboise avec l'alizarine sulfonate de sodium (réactif indicateur coloré fort utilisé en acido- et alcalimétrie, virant au jaune par action des acides et au violet par celle des alcalis).

A cet effet, déposons successivement sur une bande de papier filtre, rigoureusement sans cendres, 1 goutte de la solution d'alun et 1 goutte d'une solution d'alizarine sulfonate de sodium à 0 gr. 20 %, puis exposons le papier à l'action des vapeurs ammoniacales ; nous observerons une tache rouge violacé. Immergeons enfin le papier dans une soucoupe renfermant de l'acide acétique dilué, puis lavons à l'eau distillée : seule persiste une magnifique tache rouge framboise, entourée d'une auréole jaune produite par le virage du réactif en milieu acide.

2° *Extraordinaire sensibilité.* — On peut ainsi caractériser 0 γ 66 d'aluminium (le gamma est le millième de milligramme). Cette quantité minima de substance nécessaire pour que la réaction soit positive, quel que soit le volume du dissolvant, est appelée *perceptibilité limite.*

Mais il n'est point indifférent de pouvoir caractériser cette quantité minima d'aluminium dans 1 goutte, 10 cc. ou 1 litre de solution, d'où la notion de *concentration limite,* concentration minima pour laquelle la caractérisation d'une quantité égale à la perceptibilité limite est encore possible. Dans le cas de l'aluminium, elle est de : 1:70.000.

3° *Economie de réactif, de prise d'essai et de matériel.* — Réactifs et matières premières sont utilisées en très faible quantité, puisqu'il suffit, le plus généralement, de mélanger 1 goutte de la solution à essayer avec 1 goutte de réactif pour observer, soit sur papier filtre, soit sur plaque de porcelaine, le précipité ou la coloration caractéristiques. L'outillage est fort réduit : quelques micropipettes, quelques fins agitateurs de verre, un microbrûleur, quelques microtubes à essais, une centrifugeuse avec des tubes en verre Pyrex, un mortier et un microscope de moyen grossissement avec lames et lamelles, enfin du papier filtre sans cendres et une plaque en porcelaine à godets blancs et noirs.

4° *Simplification des opérations analytiques.* — Lorsqu'il y a lieu de procéder à l'isolement et à l'élimination des ions (particulièrement dans la recherche des cations), les trois opérations analytiques classiques, précipitation, filtration et lavage, ne peuvent être effectuées sur un volume réduit de liqueur de l'ordre de la goutte. Elles sont alors pratiquées sur quelques centimètres cubes de solution mais subissent une profonde simplification. La précipitation est effectuée dans un tube à centrifuger et la filtration est remplacée par la centrifugation. On concentre ainsi le précipité dans un très petit volume au lieu de l'étendre en couche mince sous une feuille de papier filtre. On évite, en outre, une perte de temps considérable, en même temps que l'on rend possible le lavage du précipité dans le tube à centrifuger (décantation de l'eau mère, addition d'eau distillée, suspension du précipité dans ce nouveau liquide au moyen d'un petit agitateur et nouvelle centrifugation).

5° *Gain de temps.* — Compte tenu de l'habileté moyenne d'un débutant, le gain de temps, d'après les spécialistes de la méthode, serait dans le rapport de 1 à 5.

La filtration, le lavage et le séchage des précipités, l'évaporation des solutions sont des opérations analytiques qui demandent beaucoup de temps. Or, le calcul et l'expérience montrent que, si l'on réduit au dixième la quantité de matière sur laquelle l'analyse est effectuée, la durée de l'analyse sera réduite de moitié.

6° *Propreté et netteté de la technique.* — Les laboratoires collectifs d'étudiants, où la macroanalyse est effectuée en série, présentent, le plus souvent, un aspect désordonné laissant au visiteur non averti une impression peu favorable : atmosphère mal odorante et nocive saturée d'hydrogène sulfuré et de fumées épaisses de chlorure d'ammonium, tables de laboratoire encombrées et imprégnées de solutions acides ou alcalines, souillées par des débris de papier filtre et des résidus de précipités, sol humide parsemé de chiffons, de papiers usagés et de fragments de verre, blouses en lambeaux et fortement maculées.

Tout autre est l'aspect d'un laboratoire où l'on procède à l'analyse par la méthode des stilliréactions : espace restreint, propreté absolue du local et du matériel, atmosphère non souillée de brouillards malodorants, manipulations effectuées avec minutie, ordre et méthode.

STILLIRÉACTIONS ET MACROANALYSE. — Mais la méthode des stilliréactions ne pourra jamais être la solution unique et définitive des problèmes d'analyse qualitative. La vieille méthode à l'hydrogène sulfuré, créée au XVIII[e] siècle par le chimiste suédois Bergmann et magistralement développée, au cours du XIX[e] siècle, par son compatriote Berzelius, par les allemands Klaproth, Rose et Fresenius et par le français Balard, garde toute sa valeur éducative qui est considérable ; elle a reçu la sanction d'une longue expérience et rien ne pourra la remplacer pour la connaissance parfaite des propriétés des éléments et de leurs combinaisons.

CONCLUSION. — La chimie analytique a un passé glorieux et un présent qui s'efforce de n'en être pas indigne. Le travail est loin d'être achevé ; il reste, dans ce domaine, bien des travaux à entreprendre. Comme aux plus beaux jours de la Renaissance « la vérité se donne à qui la cherche, mais il faut, pour la trouver, être vaillant, agile et laborieux ».

EUGÈNE CATTELAIN,
Docteur ès-sciences physiques.

LE PROBLÈME DES PATES A PAPIER

S'il paraît exagéré de dire que la consommation de papier par tête d'habitant est, pour un pays, caractéristique du développement de sa civilisation, il n'en reste pas moins vrai que les pays civilisés consomment, dans le monde, des quantités largement croissantes de papier. A cette consommation, il faut d'ailleurs ajouter celle des « celluloses » dont les emplois se développent tous les jours dans des industries variées et importantes : fabrication des textiles artificiels (rayonne), des vernis dits « cellulosiques », des films, des matières plastiques, etc..., sans parler des emplois pour la fabrication des poudres en temps de guerre.

Dans la pénurie de toutes choses qui a accablé notre pays avant et après sa libération, celle du papier n'a pas été une des moins sensibles. Si elle se prolongeait, c'est, avec la disparition du livre français, le rayonnement de la pensée française dans le monde qui se trouverait menacé. Le problème que pose le titre de cet article est donc, pour notre pays, un des plus importants qu'il ait à résoudre.

I. RAPIDE APERÇU SUR LA FABRICATION DES PATES A PAPIER ET DE LA CELLULOSE

Pour éclairer ce qui suit, je commencerai par rappeler très brièvement le principe des méthodes employées pour extraire les pâtes à papier ou la cellulose des végétaux.

Si l'on met à part le coton et les autres fibres textiles, qui n'entrent plus que pour une très faible part dans la fabrication des pâtes à papier et sont de plus en plus concurrencées dans celle des dérivés cellulosiques, les matières premières généralement employées sont tirées des végétaux : le bois, d'une part, les plantes annuelles, d'autre part.

La cellulose constitue généralement l'enveloppe externe des cellules végétales ; celles de ces cellules qui ont une texture fibreuse, conviendront particulièrement pour la fabrication des pâtes. Mais ces fibres sont le plus généralement, dans le végétal, soudées entre elles par des matières agglutinantes, comportant un ciment de nature mal définie, la *lignine*, et des produits plus étroitement apparentés à la cellulose mais plus solubles que celles-ci dans les réactifs, les *hemicelluloses*.

Pour obtenir les pâtes à papier, il faut séparer ces fibres les unes des autres. On y parvient de deux façons :

1° *Par un procédé purement mécanique* (par râpage du bois sur une meule ou par broyage) (voir fig. 1). On obtient ainsi une pâte très grossière, contenant, à côté des fibres cellulosiques plus ou moins broyées, hachées par le procédé brutal de désintégration, les matières agglutinantes restées adhérentes à elles. C'est la *pâte mécanique*, utilisée, soit seule pour la confection de cartons grossiers, soit, armée par une proportion plus ou moins forte de pâte chimique, pour la fabrication de papiers assez peu résistants mais bon marché tels que le *papier journal*.

2° *Par un procédé chimique.* — Ici, on fait appel à un réactif susceptible, sans toucher à la cellulose, de dissoudre ou, au moins, de ramollir le ciment de lignine et d'hémicellulose qui soude entre elles les fibres. Ces dernières pourront, par suite, sous l'action d'un léger broyage, être séparées les unes des autres sans que leur structure et leurs qualités physiques ne soient sensiblement atteintes. Les *pâtes chimiques* ainsi obtenues auront des propriétés et des applications différentes suivant le degré d'élimination des matières incrustantes et,

aussi, suivant la nature des végétaux utilisés :

Pour les *pâtes Kraft*, on part de bois résineux à longues fibres ; la lignine, simplement ramollie par un traitement modéré, reste en partie adhérente aux fibres. Le papier produit, assez fortement coloré, se trouve naturellement collé par cette lignine et sa résistance à la rupture s'en trouve fortement accrue. Il est sous le nom de *papier Kraft*, réservé aux emballages forts (sacs à ciment).

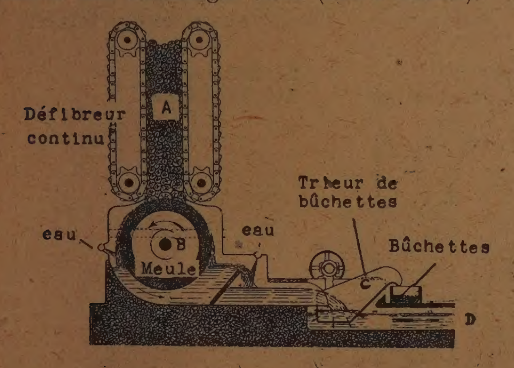


FIG. 1. — *Fabrication de la pâte mécanique dans un défibreur continu.*

Les rondins de bois, introduits en A, sont fortement appliqués, par l'effet de chaînes entraîneuses, suivant les génératrices d'une meule cylindrique B qui, sous un fort arrosage, arrache les fibres. Le courant d'eau, ainsi chargé des fibres, passe dans un tamis C qui retient les particules grossières de bois (en bûchettes). La pâte brute très étendue poursuit, en D, son chemin vers les appareils de classement, de raffinage et de récolte.

Dans les pâtes dites *faciles à blanchir*, l'élimination des matières incrustantes est poussée assez loin pour permettre une décoloration de la cellulose obtenue par une proportion modérée de chlore ou d'hypochlorite.

Si, enfin, la matière première et le traitement ont été convenablement choisis, on obtient des celluloses particulièrement pures (dites riches en *cellulose α*). Ces celluloses se rapprochent alors beaucoup du coton par leurs propriétés chimiques et peuvent se substituer à lui pour la fabrication des dérivés cellulosiques (cellulose pour soie, etc...).

Préparation des pâtes chimiques

Les méthodes qui servent pour la préparation des pâtes chimiques peuvent se classer en trois groupes :

1° les *méthodes sulfitiques*, dans lesquelles le réactif utilisé est de l'acide sulfureux incomplètement salifié : principalement du sulfite acide de calcium. Ce réactif dissout la *lignine* en donnant ce que l'on appelle, en raison de sa couleur foncée, une « liqueur noire » et en laissant la cellulose inattaquée. La pâte obtenue est généralement peu colorée et le rendement est élevé. La fig. 2 donne un schéma des installations utilisées dans cette méthode.

2° les *méthodes alcalines*, particulièrement les méthodes « à la soude » ou « au sulfate » dans lesquelles, avec quelques variantes, le réactif est la soude caustique ; cet alcali dissout, à chaud, la lignine et, partiellement au moins, les hémicelluloses en donnant une liqueur noire sodique. La fig. 3 donne unschéma d'une installation de fabrication de pâte au sulfate, avec régénération du réactif alcalin, nécessitée par la valeur de ce dernier.

3° les *méthodes dites au chlore et à la soude* dans lesquelles les végétaux sont traités alternativement par le chlore, l'eau puis la soude : le chlore attaque la lignine et la rend soluble, partiellement dans l'eau et totalement dans la soude à froid ; la dépense en soude peut, ainsi, être fortement réduite ; sa régénération ne s'impose plus.

Les trois procédés ne s'appliquent pas indifféremment à tous les végétaux. En gros, le procédé au bisulfite de calcium convient pour le traitement du bois des diverses variétés de sapins (épicéa, abiès) ; les procédés alcalins, pour les bois résineux et les végétaux annuels ; le procédé chlore-soude convient particulièrement bien pour la paille.

Ces grands traits caractéristiques de l'industrie de la cellulose étant rappelés, je vais maintenant, aborder le problème qui nous occupe plus particulièrement.

II. LES BESOINS DE LA FRANCE EN CELLULOSES

Si nous nous reportons aux statistiques d'une année normale d'avant guerre, 1935 par exemple, nous constatons que les besoins de notre pays en pâtes à papier étaient les suivants :

Pâtes mécaniques	374.000 Tonnes
Pâtes sulfitiques	491.000 Tonnes
Pâtes à la soude (Kraft). . .	102.000 Tonnes

(soit, *Pâtes chimiques*, 593.000 Tonnes).

La préparation de ces pâtes nécessitait 3 millions 780.000 m3 de bois. Or, sur ce total, 450.000 m3 seulement provenaient des forêts françaises. *Notre pays ne produisait donc que 13,5 % du bois nécessaire à ses besoins en papeterie* ; le reste correspondait à des importations, soit de papier ou de pâtes, soit de bois (épicea) traité dans quelques usines de pâtes mécaniques et de papier journal récemment construites.

Ces importations grèvaient déjà fortement, avant la guerre, notre balance commerciale. Aujourd'hui notre pays, ruiné par l'interminable conflit, vidé par l'occupation, *ne peut envisager d'importations non compensées par des exportations.*

Or, si nous comprenons bien l'énormité de nos besoins et des importations qui en résultent (charbon et carburants en particulier), on ne voit encore que peu de secteurs de notre production suscep-

tibles de fournir rapidement, par l'exportation, une monnaie d'échange.

Il est donc indispensable, c'est une vérité reconnue par tous, *de réduire d'abord au strict minimum nos importations et, ensuite, de produire, pour nos besoins et pour l'exportation, partout où cela sera possible.*

Or, cela est possible dans l'industrie du papier. Nous pouvons, dans ce secteur, accroître *considérablement* notre production et nous devons donc

des qualités de bois de papeterie qui seraient nécessaire si les habitudes anciennes étaient conservées. Les qualités de bois presque exclusivement utilisées chez nous pour la fabrication des pâtes étaient, en effet, des bois de conifères (bois à longues fibres). Les 3.780.000 m3 qui représentaient notre consommation comportaient, en effet :

bois d'épicéa .... 3.100.000 m3 (82 % du total)
bois de pin 680.000 m3

Nous sommes très pauvres en forêts d'épicéa

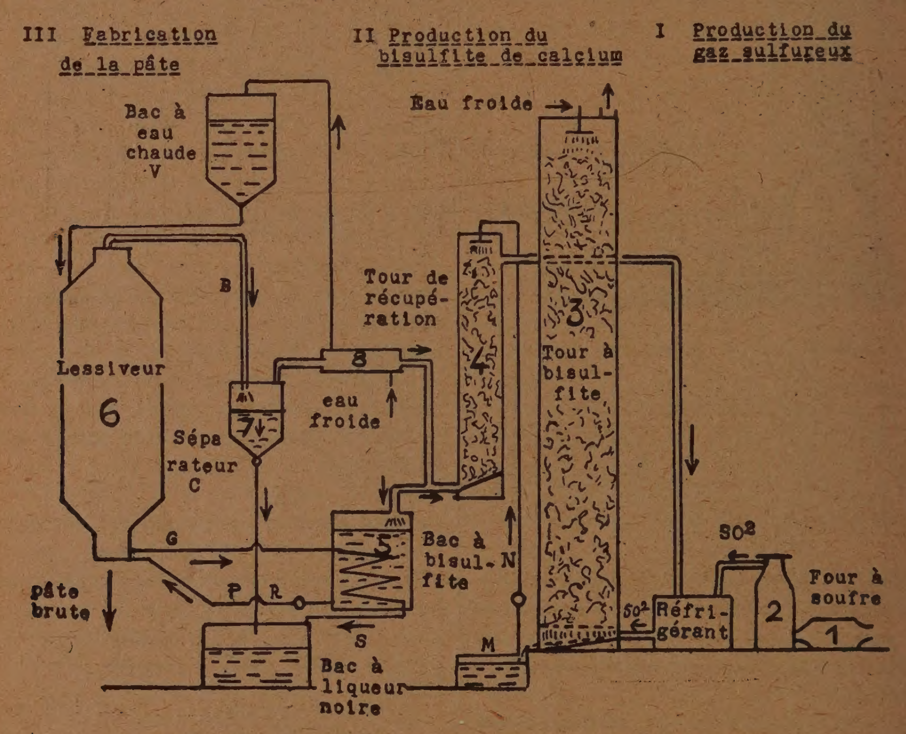


FIG. 2. — *Schéma d'une installation pour la fabrication de la pâte sulfitique.*

I. *Production de gaz sulfureux SO_2* dans un four à combustion de soufre 1 ; 2 est un laveur destiné à arrêter l'acide sulfurique formé.

II. *Production de bisulfite de calcium* par l'action de SO_2, dans une tour 3, sur du carbonate de calcium remplissant la dite tour et arrosé par une pluie d'eau froide. La solution de bisulfite, après s'être enrichie dans une tour secondaire 4 par l'apport de SO_2 récupéré du lessiveur, est emmagasinée dans un bac 5.

III. *Fabrication de la pâte* dans un autoclave 6, inattaquable par SO_2, contenant le bois découpé en copeaux. Quand la cuisson (vers 130°) est suffisante, le SO_2 résiduaire est envoyé à l'état gazeux, après séparation en 7 de la liqueur noire entraînée et réfrigération en 8, dans la colonne 4 où il est récupéré. Les liqueurs noires sont ensuite évacuées et enfin, de l'autoclave, ouvert à la base, on retire la pâte brute.

nous efforcer de produire pour satisfaire à nos besoins ou, plus exactement, de développer suffisamment les fabrications de certaines qualité de cellulose pour obtenir, grâce à elles, la monnaie d'échange pour les variétés de pâtes ou de bois que nous ne pouvons tirer des ressources que nous possédons.

Cette possibilité de satisfaire à nos besoins ne ressort pas, à première vue, des statistiques. Disons de suite que la production de nos forêts (20 millions de m3 de bois) ne nous permet pas, en effet, d'envisager la fourniture des quantités et surtout

Remplacer très largement l'épicéa par le pin paraît, nous le verrons plus loin, impossible. *C'est donc vers une évolution de la technique, vers l'utilisation d'autres produits ligneux, qu'il faut chercher la solution.*

Jadis, l'industrie papetière française, alors florissante, fabriquait uniquement du papier de chiffons. Jalouse de la qualité de ses produits, elle ne s'est que difficilement soumise à l'obligation d'introduire, dans ceux-ci, des proportions croissantes de cet « ersatz » qu'étaient, pour elle, les pâtes de bois. Mais, si elle a finalement admis cette néces-

sité, elle est restée, jusqu'à ce jour, tributaire des pâtes de bois scandinaves, pâtes d'épicéa à fibres longues. Elle doit, aujourd'hui, obligatoirement se libérer de cette sujétion et *remplacer dans ses fabrications, en proportions massives sinon en totalité, le bois d'épicéa par des bois, ou mieux par des végétaux annuels que le sol français peut produire en quantités suffisantes.*

placer, en partie sinon en totalité, les pâtes à fibres longues des conifères pour la confection de diverses sortes de papiers.

Disons d'ailleurs que cette évolution s'est déjà largement produite, avant la guerre, dans les pays à économie fermée tels que l'Allemagne et l'Italie et dans d'autres pays pauvres en bois comme l'Argentine.

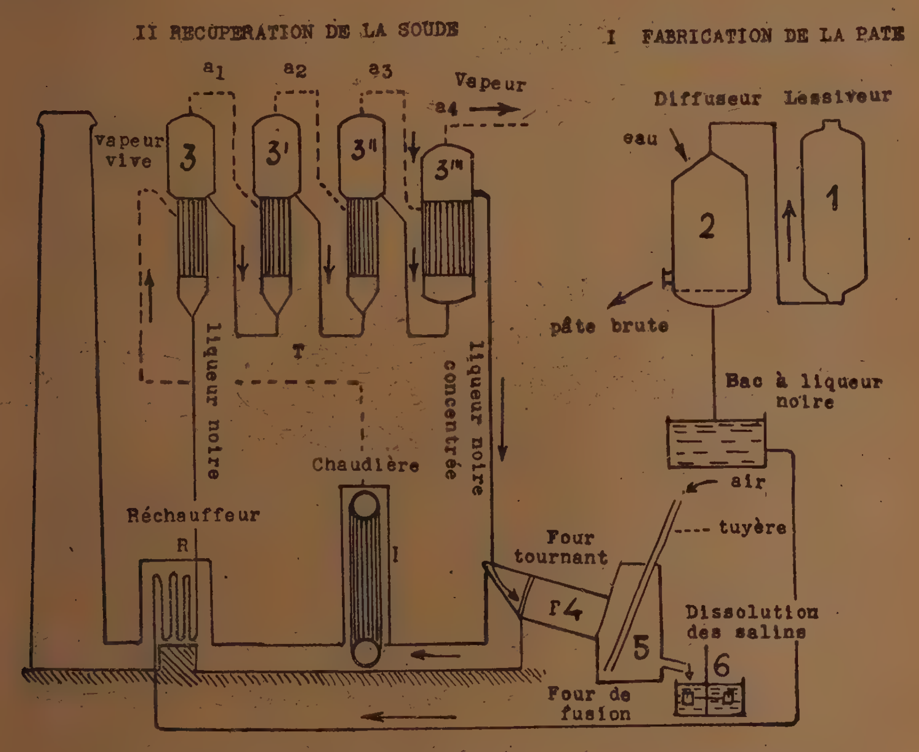


FIG. 3. — *Schéma d'une installation pour la fabrication de pâte par le procédé au sulfate.*

I. *Fabrication de la pâte.* — Le bois est traité dans un autoclave 1 (lessiveur), par une solution contenant de la soude et du sulfure de sodium. Ce dernier réactif agit d'ailleurs comme la soude elle-même, car il fournit celle-ci par hydrolyse ($Na^2S+H_2O = 2\ NaOH + H^2S$). Après cuisson, le mélange de pâte et de liqueur noire est chassé dans un « diffuseur » 2, dans lequel la liqueur noire est séparée et la pâte lavée.

II. *Récupération de la soude.* — La soude est trop coûteuse pour que soient perdues les liqueurs noires. Celles-ci, après réchauffage en R, sont envoyées dans un évaporateur à multiple effet 3.3'3''3''' où elles sont fortement concentrées. Le jus visqueux s'écoule dans un four tournant 4, où il est évaporé à sec et même partiellement carbonisé. Ce « charbon sodique » tombe alors dans un four 5 où il est brûlé sous l'effet d'une forte injection d'air. A la base, les cendres fondues, surtout constituées de carbonate de soude, s'écoulent dans un bac 6 où elles sont dissoutes.

Les pertes inévitables en soude sont compensées par une addition, dans le four de fusion, de sulfate de soude qui se trouve réduit à l'état de sulfure Na^2S.

La solution mixte ($CO^3Na^2 + Na^2S$) est caustifiée par la chaux (en $NaOH + Na^2S$) puis est utilisée pour une nouvelle opération. La chaleur produite par la combustion du charbon sodique est utilisée pour la production de la vapeur nécessaire à l'usine dans une chaudière I.

A peu près tous les végétaux sont susceptibles de donner de la cellulose, mais celle-ci sera plus ou moins aisément utilisable en papeterie. La grosse majorité de ces végétaux fournira, d'ailleurs, des *fibres courtes* dont le travail est plus délicat que celui des fibres longues de conifères. Mais il est aujourd'hui démontré qu'un grand nombre de pâtes à fibres courtes peuvent rem-

La France est, hélas, très en retard sur ce point. Sous la pression de la nécessité elle doit, aujourd'hui, rattraper ce retard. Les perspectives sont, nous allons le voir, tout à fait encourageantes.

III. Les ressources de la France en matériaux cellulosiques

La France peut-elle trouver, sur son sol ou celui

de son empire, les matériaux nécessaires pour satisfaire à ses besoins en pâtes à papier et en cellulose ?

Considérons à part le *cas des pâtes mécaniques* pour lesquelles la France consommait 620.000 m3 d'épicéa contre 26.000 m3 d'autres bois.

La substitution du Peuplier à l'épicéa s'est largement opérée en Italie où ce bois entrait, dès avant la guerre, pour 60 % dans la composition des pâtes mécaniques. Or, le Peuplier pousse très bien et très vite en France ; sa culture est même celle qui est la plus rémunératrice dans le domaine forestier ; elle pourrait et devrait avantageusement s'étendre dans nombre de terrains humides aujourd'hui stériles ou mal exploités. Ajoutons que le bois de pin, qui est, lui, à longues fibres, peut également entrer en assez fortes proportions dans la fabrication des pâtes mécaniques. D'autres bois blancs, comme le tilleul, le bouleau et sans doute un certain nombre de bois tendres coloniaux doivent également convenir.

Voyons maintenant les matériaux susceptibles d'être utilisés pour la fabrication des *pâtes chimiques*. Le choix est beaucoup plus large que pour les précédents et l'on peut envisager l'emploi, comme matières premières, non seulement d'une vaste gamme de bois conduisant à des pâtes de qualités très variées et souvent complémentaires, mais encore, et surtout, de végétaux annuels et particulièrement de sous-produits agricoles qui n'ont, aujourd'hui, que des usages très peu nobles, comme les pailles de céréales, ou pas d'usage du tout, comme les tiges de maïs, de sorgho, de topinambour, les roseaux de marais, etc...

Je vais maintenant faire un bref inventaire des matériaux que la France possède, soit sur son sol, soit dans ses colonies, matériaux qui lui permettent d'envisager un développement satisfaisant de l'industrie de la cellulose.

1. *Ressources de la métropole.* — a) *Bois* : Les ressources en bois sont limitées. Les forêts de sapins et d'épicéas sont insuffisantes pour nos besoins en bois d'œuvre. Nous sommes plus riches en bois de pin, mais les forêts ont terriblement souffert de l'exploitation intense et inconsidérée imposée par l'occupant, ainsi que des incendies qui ont dévasté, ces dernières années, plus du tiers de la forêt landaise.

On peut, sans doute, envisager le développement de la fabrication du papier Kraft (qui occupe, aujourd'hui, quatre usines landaises) et la création de fabriques des pâtes de pin blanchies (à longues fibres), mais les possibilités extrêmes ne paraissent guère pouvoir dépasser 100 à 125.000 tonnes.

Des pâtes de châtaignier sont déjà fabriquées en France (20.000 tonnes) à partir des sous-produits de la fabrication des extraits tannants, mais, ici encore, les possibilités de développement restent très limitées. Les autres bois abondants de nos forêts ne paraissent guère d'un emploi avantageux pour la fabrication des pâtes chimiques.

b) *Plantes annuelles* : Au contraire du bois, les végétaux annuels et principalement la partie de ceux-ci qui constitue des sous-produits agricoles, sont extrêmement abondants en France et peuvent largement compenser, pour la fabrication des pâtes chimiques, l'insuffisance de la production de bois. L'Italie nous a encore largement devancés dans cette voie : un certain nombre d'usines y fabriquent de très beaux papiers avec de la paille (70.000 tonnes par an). Considérons les possibilités que possède la France dans ce domaine.

Paille : La production de paille, en France, est énorme et dépasse largement celle de bois : 25 millions de tonnes de paille de céréales contre 20 millions de mètres cubes (= 15.000.000 tonnes) de bois. Le plus gros usage de la paille est, de beaucoup, dans la confection des litières qui fournissent le fumier. Sans doute, cet usage est important, surtout tant que les engrais chimiques resteront rares et chers, mais on peut penser que de sérieuses économies pourraient être faites et qu'en tous cas un prélèvement de 5 % de la production de paille pour la papeterie ne présenterait aucune difficulté. Or cela fournirait de quoi fabriquer 500.000 tonnes de pâte chimique !

C'est donc, je pense, vers l'usage de la paille que doit d'abord s'orienter une industrie nouvelle de la pâte à papier ; elle sera assurée de ne pas manquer de matière première et, n'ayant qu'à utiliser des méthodes bien au point, pourra marcher à coup sûr et aller vite. Après, viendront des améliorations qui ouvriront, sans doute, des horizons nouveaux...

D'ailleurs, nombre d'autres végétaux annuels, qui croissent abondamment sur notre sol, se prêtent à la fabrication des pâtes :

— Les *roseaux* variés (canne de Provence, roseaux de marais, etc...), donnent de belles pâtes et même des celluloses pour soie ;

— Le *Sorgho* à balai, fournit de très belles celluloses, avec un rendement exceptionnellement élevé (60 %) par l'action de la soude à 100° (sans autoclave) avec des consommations en soude et en chlore *très* inférieures à celles nécessitées par les autres végétaux. La culture du sorgho, très déficitaire en France (qui importe les deux tiers de ses besoins en pailles à balai), pourrait trouver, dans la valorisation des tiges, le moyen d'améliorer singulièrement son économie.

Les tiges de maïs, de topinambour, le genêt conduisent également à des pâtes de qualité diverses.

2° *Ressources de l'Empire.* — Nos Colonies possèdent des forêts immenses, mais peu de celles-ci sont homogènes. Quelques forêts de cèdres (Maroc), de pins (Laos), d'eucalyptus, peuvent fournir des

matériaux pour une industrie locale limitée mais la grosse réserve de matériaux ligneux est constituée par la forêt équatoriale qui, dans l'Afrique française, couvre 40 millions d'hectares. Malheureusement, cette forêt est très hétérogène et il ne saurait être question d'utiliser, sans discernement, les 800 à 1.000 espèces végétales qu'on y rencontre. Après l'abattage de la forêt, celle-ci est rapidement repeuplée par des espèces à croissance extrêmement rapide (fromager, parasolier) dont l'exploitation méthodique peut être envisagée pour les besoins de la papeterie. Mais le transport de ces bois vers la France est onéreux en raison de leur extrême légèreté ($d = 0,25$) et leur traitement sur place est, actuellement, peu intéressant en raison de la grosse consommation de soude et des difficultés de régénération de celle-ci. Plus tard, sans doute, quand les moyens industriels de la colonie se seront développés, il y aura de ce côté, des possibilités considérables, mais, en attendant, la solution paraît devoir être cherchée dans d'autres voies par exemple dans l'utilisation du *sorgho*. Cette plante fournit, en effet, par ses grains, la nourriture la plus essentielle de l'indigène en Afrique équatoriale. Le développement méthodique et intensif de sa culture, mettrait le continent noir à l'abri de la famine qui, souvent, le désole et donnerait comme sous-produit, en quantités illimitées, les tiges de sorgho. Cette matière première, si elle se comporte comme le sorgho français, pourrait être aisément transformée, avec de faibles dépenses de réactifs et un matériel particulièrement simple et robuste, dans de petites installations réparties sur les lieux de production, en une demi-pâte chimique que quelques usines centrales traiteraient en vue de produire des pâtes blanchies ou du papier.

D'autres arbustes ou plantes herbacées se prêtent, dans nos colonies, à la fabrication des pâtes à papier. Dans l'Afrique du Nord, l'*alfa*, qui couvre plus de 5 millions d'hectares aux confins du désert, faisait déjà, avant la guerre, l'objet d'une exploitation intense (l'Angleterre en tirait 120 à 130.000 tonnes de pâtes !). Le *Papyrus*, dont les anciens confectionnaient cette sorte de toile qui est l'ancêtre du papier, peut, par les méthodes modernes, fournir, lui aussi, une pâte magnifique.

Aux Antilles et à la Réunion, les *bagasses*, sous-produit ligneux, extrêmement abondant, de la fabrication du sucre de canne, se rapprochent du sorgho par leurs propriétés et leurs possibilités d'emploi.

En *Indo-Chine*, enfin, où les conditions industrielles sont plus favorables qu'en Afrique centrale au développement d'une industrie moderne, de nombreuses plantes s'offrent comme matière première : les *bambous*, que les indigènes utilisent déjà depuis longtemps et que des usines modernes commencent à transformer en papier, le *Caj-Dje* du Tonkin, proche parent du mûrier à papier, de l'écorce duquel le Japon tire ses meilleures qualités de papier, les pailles de riz extrêmement abondantes, etc... Enfin une haute graminée très envahissante et gênante pour l'Agriculture et dont la récolte bisannuelle peut fournir 25 tonnes de matière sèche à l'hectare, le *Tranh*, ou *herbe à paillettes* se prête parfaitement, d'après M. Nobécourt, à la fabrication de papier d'emballage et même de pâte blanchie.

Conclusion

La France doit trouver, sur son propre sol, les matériaux nécessaires pour fabriquer les pâtes à papier dont elle a besoin. Si certaines qualités doivent continuer à lui faire défaut, elle peut trouver une monnaie d'échange dans d'autres dont la production doit aisément dépasser ses besoins.

En outre, nos Colonies peuvent être regardées comme un réservoir énorme, et encore presque inexploité de produits ligneux qui, dans un avenir plus ou moins éloigné, pourra subvenir très largement aux besoins croissants du monde en Cellulose.

Dans le rude programme de remise en valeur de notre pays qui doit, par le travail, assurer sa renaissance, il sera nécessaire d'accorder une attention toute particulière au chapitre des industries de la cellulose dont, aux heures d'insouciance, la France s'était si malheureusement désintéressée.

Elle peut se libérer complètement sur ce point des importations étrangères ; elle le doit, à la fois pour son crédit et pour le rayonnement de sa civilisation dans le monde.

Georges DUPONT,
Professeur à la Faculté des Sciences de Paris.

LA HAUTE ATMOSPHÈRE

DEUXIÈME PARTIE : MÉTHODES INDIRECTES *(fin)*

Electricité

Propagation des ondes de T. S. F. — Quand Marconi en 1901 transmit des signaux à travers l'Atlantique, Lord Rayleigh fit observer que la théorie classique de la transmission par ondes sphériques ne pouvait pas rendre compte de cette propagation et que la diffraction expliquerait peut-être que les ondes suivent la courbure de la terre. Mais les efforts de mathématiciens aussi éminents

que H. Poincaré ou Sommerfeld laissèrent le problème sans solution : une onde hertzienne de 100 m. de longueur d'onde se propage le long de la terre comme de la lumière visible sur une sphère de 6 cm. de rayon, et il est bien évident que la diffraction ne peut pas transmettre une énergie appréciable par courbure de la trajectoire, dont l'origine doit être toute différente. Or, en 1878, Stewart avait suggéré que certaines variations du magnétisme terrestre, sur lesquelles nous reviendrons, s'expliquaient par la présence dans la haute atmosphère de régions rendues conductrices par ionisation. Cette hypothèse fut reprise en 1902 par Kennefy et Heaviside à propos des ondes de T.S.F., et est universellement admise aujourd'hui.

Théorie élémentaire. — Tous les faits qui gouvernent la propagation des ondes hertziennes dépendent d'une modification de la vitesse de ces ondes par suite de la présence de charges libres qui se mettent en mouvement au passage de l'onde et la freinent. Dans le vide, les ondes de T.S.F. se propagent avec la vitesse de la lumière ($c = 300.000$ km./sec) et dans un milieu matériel avec une vitesse v, l'indice de réfraction n étant défini par la relation : $n = c/v$. En particulier, pour un gaz contenant par cm³ N particules de charge électrique e et de masse m, l'indice pour une onde de longueur d'onde est donné par la formule : $n^2 = 1 - N e^2 \lambda^2 / \pi m c^2$. L'indice sera inférieur à l'unité, et d'autant plus petit que le nombre de charges et la longueur d'onde sont plus grands.

Soit un rayonnement hertzien arrivant à la surface de séparation qui limite inférieurement une région ionisée d'indice n. L'onde y pénètrera tant que l'angle d'incidence sera inférieur à la valeur limite dont le sinus est n ; au delà, toute l'énergie sera renvoyée vers le sol par réflexion totale. On voit que l'incidence critique sera d'autant plus faible que la longueur d'onde est plus grande ; cet angle sera nul pour une longueur d'onde suffisante, il y aura dans ce cas réflexion totale même sous l'incidence normale et la couche sera un miroir infranchissable. Ainsi s'explique la propagation des ondes longues ($\lambda > 600$ m.), canalisées sans pouvoir s'échapper entre deux surfaces conductrices et réfléchissantes, la mer et la haute atmosphère.

Les ondes comprises entre 600 et 200 m., s'entendent bien jusqu'à une centaine de km. de l'émetteur : c'est la région de réception de l'onde directe, qui arrive en rasant le sol avec une forte intensité. Plus loin, cette onde directe et l'onde réfléchie dans la haute atmosphère arriveront avec des amplitudes du même ordre et une différence de phase variable, d'où des extinctions par interférence appelées *fading*. Quant aux ondes comprises entre 200 et 100 m., elles se propagent mal : l'onde directe a une trop faible portée et l'onde réfléchie est absorbée par un effet de résonance, les charges mises en mouvement décrivant autour des lignes de force du champ magnétique terrestre des orbites avec une fréquence voisine de celle de l'onde.

Jusqu'en 1921, les longueurs d'onde inférieures à 200 mètres étaient supposées inaptes aux communications lointaines et abandonnées aux amateurs. Ceux-ci découvrirent que ces ondes courtes permettaient au contraire des transmissions transocéaniques avec de faibles puissances. On s'empressa d'interdire ces ondes aux amateurs et d'abandonner la construction coûteuse de stations à ondes longues. Les ondes de 100 à 50 m., n'ont qu'une portée de 50 km. environ pour l'onde directe, mais l'onde réfléchie se propage très loin. Les ondes de 50 à 10 m. sont caractérisées par une zone de silence au delà de la portée de l'onde directe (20 km.) ; il n'y a pas d'onde réfléchie sensible parce que l'angle d'incidence est inférieur à la valeur critique ; celle-ci est atteinte à une distance de milliers de km., on a alors réflexion totale et une excellente transmission lointaine. Lorsque λ diminue, cette distance de réapparition augmente et au-dessous de 10 m. la zone de silence s'étend à la terre entière. Cependant, lors d'ionisations exceptionnelles (N grand), des ondes de 5 m. peuvent être reçues à de grandes distances.

Théorie plus complète. — La théorie simple que nous venons de résumer rend compte des faits essentiels, mais elle doit être complétée de diverses façons :

1° Nous avons supposé que la limite inférieure de la région ionisée était bien définie, le nombre N augmentant brusquement dans un intervalle de hauteur faible vis-à-vis de λ. En réalité N varie continuellement à peu près suivant une loi parabolique :

$$N = N_0 \ (1 - z^2/4H^2),$$

z désignant l'altitude en-dessus ou en-dessous du niveau où l'ionisation a la valeur maximum N_0, et H une longueur en relation avec l'épaisseur de la région ionisée. Il en résulte que l'onde se réfracte progressivement en se redressant, puisque ses parties hautes vont plus vite que les basses à cause de la diminution d'indice, jusqu'à ce qu'elle soit verticale, puis elle suivra un trajet symétrique descendant vers le sol (fig. 2), d'où une propagation curviligne analogue à celle que nous avons rencontrée pour le son. Tout se passe comme si l'onde était réfléchie sur une surface fictive située à une hauteur h appelée *hauteur équivalente*, qui peut dépasser notablement l'altitude de la région ionisée.

2° Le champ magnétique de la terre agit sur les charges mises en mouvement, et d'autant plus que

la pression est plus basse, donc plus long le libre parcours entre deux chocs sur les molécules voisines. De ce fait, le milieu n'est plus isotrope, mais biréfringent ; il y aura comme dans les cristaux un rayon ordinaire et un rayon extraordinaire, suivant des trajets différents.

3° Le choc des charges contre les molécules d'air a pour effet de transformer en chaleur une partie de l'énergie électromagnétique ce qui introduit une absorption partielle de l'onde à son passage dans la région ionisée.

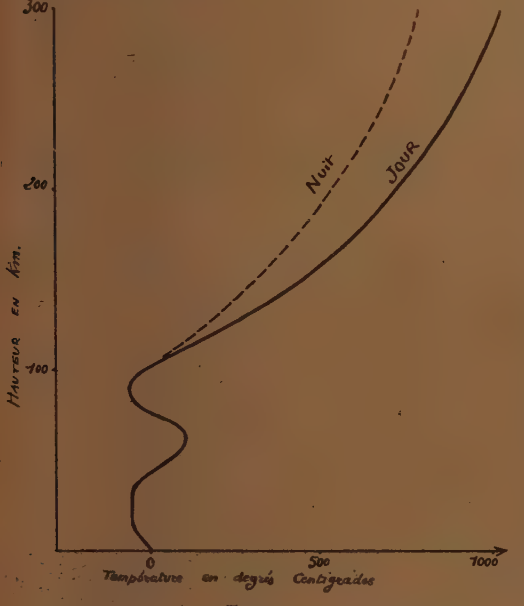


FIG. 2
Trajet des ondes hertziennes dans l'ionosphère.

Mesure des hauteurs équivalentes. — Elle se fair par la méthode des *tops* : l'émetteur et le récepteut sont placés à une cinquantaine de mètres l'un de l'autre, et on mesure à l'oscillographe cathodique le temps qui sépare la réception du signal direct qui arrive instantanément de celle du signal réfléchi sous l'incidence normale, qui a parcouru le trajet $2h$. Le top est souvent dédoublé par biréfringence.

Les premières mesures, faites en 1925 par Appleton au moyen d'une autre méthode, établirent l'existence de deux régions ionisées principales, la région E vers 100 km. et la région F au-dessus de 200. Puis on constate pendant le jour l'apparition d'une couche D plus basse, ainsi que la subdivision de E et F en E_1 (h = 95 à 120 km.), E_2 (130-150), F_1 (200-230) et F_2 (250-300).

Mesure de l'ionisation. — Elle se fait par la méthode de la *fréquence critique* : on varie la longueur d'onde émise jusqu'à ce qu'une brusque variation de l'intensité reçue indique la réflexion totale. Comme l'incidence est normale, cela se produit pour un indice nul, d'où la condition : $N e^2 \lambda^2 = \pi m c^2$. La mesure de λ fournit la valeur de N (en réalité de N_0) si la nature des charges est connue. D'après les effets de biréfringences magnétique, il semble bien que les charges de la région E soient surtout des ions, tandis qu'en F ce seraient des électrons libres non fixés à des molécules matérielles.

Pour les régions E et F_1, N est maximum en été et à midi, l'ionisation de nuit étant environ dix fois moindre. Pour F_2 il y a au contraire, minimum dans l'après-midi et des maxima vers 10 et 19 h. ; la variation annuelle est également différente (max. en mars et octobre). Les ordres de grandeurs des plus fortes valeurs de N sont les suivants : 6 milliards d'ions par cm³ en E, 300.000 et 1 million d'électrons par cm³ pour F_1 et F_2. Par suite de leur masse environ 40.000 fois moindre, les électrons sont beaucoup plus efficace que les ions, et l'effet des régions F dépasse celui de E.

Mesure de l'épaisseur. — Elle peut se faire en étudiant la variation de la hauteur équivalente avec la longueur d'onde. D'après Appleton, on trouve H = 11,4 km. pour E, 40 km. pour F en hiver et 70 km. pour F_2 en été, ce qui indique une altération saisonnière remarquable. A la hauteur de 70 ou 80 km., des mesures récentes de Ratcliffe sur la réflexion des ondes longues donnent H = 6 km.

Mesure de la température. — Si la stratosphère était tout entière à — 50°C, la pression diminuerait exponentiellement avec l'altitude et vers 300 km. il n'y aurait plus qu'un millier de molécules par cm³ ; or, à ce niveau, la densité électronique maximum de F_2 est de l'ordre du million, ce qui est difficilement conciliable. Cette simple constatation tend à montrer que l'atmosphère est plus dense, sans doute par suite d'un relèvement de température.

La température de l'*ionosphère*, en désignant ainsi l'ensemble des régions ionisées de la haute atmosphère, peut s'évaluer de plusieurs façons. La plus directe utilise le fait que la quantité H, en relation avec l'épaisseur des couches, est théoriquement proportionnelle à la température absolue. On en déduit que vers 80 km., la température serait voisine de — 70°, de + 100° en E et beaucoup plus élevée en F. Une autre méthode utilise les mesures d'absorption, qui permettent de calculer les fréquences de collision, lesquelles dépendent de la pression et de la température. On obtient des valeurs du même ordre de grandeur, dépassant 1.000° pour la région F pendant le jour. D'après Martyn et Pulley, cette température de la région F s'abaisserait de 400° environ pendant la nuit, ce qui entraînerait une variation de hauteur de 50 km. environ. Au contraire, la région E ne bougerait pas sensiblement.

Il convient de rappeler que la forte densité de la haute atmosphère pourrait s'expliquer autrement que par des températures si élevées, par exemple par la prédominance d'un gaz léger comme l'hélium ou par un soulèvement électrostatique. Aussi les valeurs ci-dessus ne sont-elles que possibles, mais non certaines.

Théories de l'ionisation. — L'origine solaire de l'ionisation de la haute atmosphère semble certaine : le cycle de 11 ans se retrouve dans les mesures de E et F ; 50 % des éruptions chromosphériques s'accompagnent d'un fading simultané du côté éclairé de la terre ; enfin le passage de l'ombre lunaire lors des éclipses produit une brusque variation d'ionisation. On pourrait supposer une radiation corpusculaire d'énergie supérieure à celle qui produit les aurores, et parvenant ainsi à toute latitude. Mais les observations pendant les éclipses sont plutôt en faveur d'un effet photoélectrique du rayonnement solaire : les radiations de longueur d'onde inférieure à 1000 A peuvent enlever un électron aux molécules ou atomes de l'air, produisant ainsi des ions positifs. Dans la région F, les électrons arrachés restent libres un certain temps, tandis que dans la région E où les chocs sont plus fréquents, ils se fixeraient tout de suite sur des molécules neutres en formant des ions négatifs. Les variations diurnes et saisonnières de E et F_1 s'expliquent par les variations de hauteur du soleil, entraînant des changements parallèles dans l'intensité de l'effet photoélectrique. Le comportement de F_2, plus délicat d'interprétation, proviendrait de changements de température entraînant des variations de densité, le minimum d'ionisation de l'après-midi correspondant à la dilatation maximum qui réduit le nombre N de charges par unité de volume. Quant à l'existence des 4 maxima de l'ionisation diurne en fonction de la hauteur, on l'interprète en général par l'action photoélectrique sur les divers constituants de l'air dans différents états d'excitation atomique, chacun étant ionisé pour une certaine densité correspondant à l'absorption maximum des radiations qui agissent sur lui.

Pendant la nuit, ces 4 maxima se réduisent à 2, et comme l'action solaire fait défaut, il faut supposer que les charges formées pendant le jour se détruisent assez lentement pour laisser une ionisation appréciable. C'est possible en E mais peu vraisemblable en F : d'après des recherches de laboratoire, la fixation d'électrons sur l'oxygène est si rapide que cinq minutes après le coucher du soleil il ne devrait plus rester d'électron libre tandis que l'expérience en constate cent mille par cm^3 pendant toute la nuit. Aussi Martyn et Pulley ont-ils supposé qu'il existait une cause permanente d'ionisation liée à la production de lumière par le ciel nocturne à la suite de la recombinaison d'un atome d'oxygène neutre et d'un atome ionisé avec émission d'un électron : $O + O^- = O^2 + e$. La conservation de l'énergie et du moment exige une grande vitesse pour l'électron, et ce serait lui qui produirait l'ionisation nocturne.

Diverses autres théories de l'ionosphère ont été proposées (1). Ainsi Vegard suppose la région E produite par l'absorption de rayons X mous émis par le soleil, et la région F_2 par des électrons émis dans la très haute atmosphère sous l'effet photoélectrique des mêmes rayons, la région F_1 étant due à l'ultra-violet. Lindemann attribue F_2 à l'ionisation par choc causée par des molécules cosmiques accélérées par la gravitation terrestre, ce qui expliquerait les anomalies de cette région. L'ionisation provenant des météores visibles semble négligeable, ainsi que celle du rayonnement cosmique qui ne joue un rôle que dans la basse atmosphère. Quant aux orages, ils augmentent un peu la hauteur équivalente de E et F, mais il s'agit là probablement d'un effet secondaire, comme les curieuses corrélations constatées entre la hauteur et l'ionisation de la couche E d'une part, et d'autre part des phénoménes météorologiques tels que la variation de pression barométrique au sol ou la pluie : il est possible que ces corrélations soient dues à des changements de température de la haute atmosphère, qui se transmettent aux couches inférieures en engendrant vers 20-30 km. des variations de la teneur en ozone et plus bas des perturbations de la troposphère. Cela supposerait une circulation intense de l'air entre la région E et le sol, d'où une turbulence déjà mise en évidence par les mouvements des nuages stratosphériques et des traînées de météores.

TROISIÈME PARTIE : STRUCTURE DE LA HAUTE ATMOSPHÈRE

Nous allons résumer ce que nous apprennent sur la haute atmosphère les phénomènes que nous venons d'étudier.

TEMPÉRATURE. — Jusqu'en 1923, date de la publication du mémoire de Lindemann et Dobson sur les météores, on admettait généralement un équilibre isotherme de la stratosphère, à une température voisine de — 50°C dans nos régions. Les gaz étaient supposés s'y répartir par densité à partir de 20 km. Vers 100 km., il n'y aurait presque que de l'azote et au-dessus de 200 rien que de

(1) D'après certains physiciens français (Jouaust, Vassy, Gauzit), la couche F proviendrait de l'ionisation, par l'ultra-violet solaire, de l'oxygène atomique normal (et peut-être aussi de l'azote, qui serait dissocié en atomes à cette hauteur), tandis que la couche E serait due à l'ionisation d'atomes d'oxygène à l'état métastable, ceux-là même qui émettent la raie verte des aurores et du ciel nocturne. Quant à la couche D, on pourrait peut-être l'attribuer à l'ionisation du sodium. (Note ajoutée en 1945.)

l'hélium ou de l'hydrogène. La pression décroîtrait exponentiellement et vers 100 km. aurait été de 0,0003 mm. de mercure.

Lindemann et Dobson furent conduits à admettre à cette hauteur une pression de 0,001 mm., et par suite un relèvement notable de la température entre 35 et 100 km., en accord avec le phénomène de propagation anormale du son qui d'après Whipple nécessiterait 60°C vers 50 km. Ce relèvement de température proviendrait de l'absorption de l'ultra-violet solaire par l'ozone : la bande de Hartley transforme en chaleur environ 4 % de l'énergie totale que nous envoie le soleil au zénith. D'après les calculs de Gowan, le maximum de température se placerait vers 50 km. et serait d'autant plus marqué que la teneur en vapeur d'eau est plus faible. La nuit amènerait un refroidissement appréciable, et par suite l'ozone resterait froid dans la nuit polaire, ce que contredisent des observations de Wölcken qui a constaté en 1934 des propagations anormales du son en hiver dans

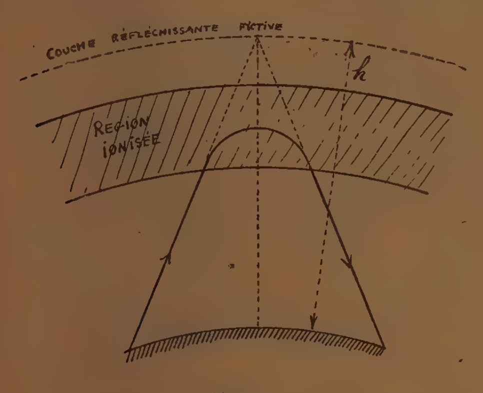


FIG. 3
Température de l'air en fonction de la hauteur.

les régions arctiques. A vrai dire, ce relèvement de température avec maximum vers 50 km., n'est pas définitivement démontré, puisque tous les faits invoqués peuvent s'interpréter autrement, mais il semble probable.

A partir de 60 km., la température décroîtrait à nouveau : les détonations de météores s'entendent rarement au-dessus de cette hauteur, ce qui indiquerait une baisse de densité. Nous savons aussi que la région environnant 60 km. présente peu de résistance aux météores, ce qui confirme sa faible densité. Vers 80 km. la température serait de l'ordre de — 70°C d'après les mesures de Ratcliffe sur la réflexion d'ondes longues et la présence supposée de particules de glace dans les nuages crépusculaires.

On admet ensuite un autre relèvement : dans la région E au-dessus de 100 km., la température atteindrait 100° et dépasserait 1.000° dans la région F pendant le jour. Cette élévation de température est attribuée à l'absorption de l'ultraviolet lointain par l'oxygène.

La figure 3 représente schématiquement cette distribution verticale de température qui est généralement admise actuellement. Mais il faut avouer qu'elle est bien loin d'être certaine : par exemple Vassy conteste la baisse de température vers 80 km. et suppose en outre que la température de la région F ne dépasse pas 800° C en été.

COMPOSITION. — Le spectre des aurores nous apprend que jusqu'à 1.000 km. l'atmosphère contient de l'azote et de l'oxygène, ce dernier gaz étant dissocié en atomes. Les éléments légers, hydrogène et hélium, ne paraissent pas prédominer avec l'altitude.

Dans la basse atmosphère, l'hydrogène n'existe qu'en faible quantité, peut-être est-ce même seulement une impureté industrielle. L'absence de ce gaz dans l'air s'expliquerait ainsi : au delà d'une vitesse de 11 km. /sec, un mobile peut échapper à l'attraction terrestre ; or la loi de Maxwell sur la distribution des vitesses d'agitation, nous apprend qu'il y a toujours dans un gaz des molécules atteignant 11 km. /sec, et en proportion d'autant plus forte que le gaz est plus léger et la température plus élevée. D'après un calcul de Jeans, l'atmosphère terrestre se viderait dans l'espace de tout son hydrogène en moins d'un million d'annés si sa température dépassait 300°C, ce qui a sans doute lieu à grande hauteur. On s'explique ainsi que la terre ait perdu son hydrogène depuis longtemps. Cette évaporation dans l'espace, très rapide pour les petits astres, est cause de l'absence d'atmosphère lunaire.

Le cas de l'hélium est plus compliqué, car il se dégage des roches radioactives. D'après Jeffreys, une épaisseur de 80 cm. de roches usées par érosion rendrait compte de tout l'hélium de l'air si la teneur reste partout celle du sol. L'érosion a été certainement beaucoup plus importante, aussi faut-il supposer, ou bien que l'hélium prédomine dans la haute atmosphère, ou bien qu'il s'évapore dans l'espace par le même mécanisme que l'hydrogéne. Lindemann penche pour la première hypothèse, mais on admet généralement la seconde : comme le montrent les mesures directes, il y aurait un léger accroissement de l'hélium avec la hauteur, mais sans qu'il devienne jamais prépondérant.

La vapeur d'eau existe à grande altitude, puisque ses bandes apparaissent dans le spectre du ciel nocturne, mais on en ignore la quantité. Un calcul de Martyn et Pulley évalue à 1/6.000 en volume d'eau de la région F, pour expliquer l'écart de 400° entre les températures de jour et de nuit. C'est une valeur du même ordre qu'admet Humphreys

(1/4.000) pour rendre compte de la formation de cristaux de glace à 80 km.

MOUVEMENTS DE L'AIR. — Jusqu'à 100 km. l'air semble agité : des vents de 300 km. /h soufflent de l'Est au-dessous de 80 km. et de l'Ouest au-dessus. L'air serait spécialement instable entre 60 et 80 km. à cause de la décroissance de la température vers le haut, et stable au contraire entre 35 et 50 pour la raison inverse. Cette stabilité permettrait à ces niveaux une séparation partielle des gaz par densité, qui débuterait vers 20 km. Au-dessus de 60 km. la turbulence rendrait la composition uniforme jusqu'à 100 km.

Au delà, il ne doit subsister que des causes périodiques d'agitation : oscillations thermiques entre le jour et la nuit que l'on constate sur l'altitude des aurores et de l'ionosphère, marées solaire et lunaire dont les effets s'observent sur les météores et le magnétisme. Il en résulte que tout équilibre qui, dans la haute atmosphère, tend à se réaliser en moins d'une dizaine d'heures, doit être effectivement atteint. Cette remarque a permis à Mitra et Rakshit de calculer le niveau à partir duquel l'équilibre par densités des constituants de l'air est obtenu. Dans une atmosphère d'oxygène et d'azote, il y aurait mélange complet en proportion constante jusqu'à 175 km., puis mélange partiel avec croissance du gaz le plus léger, enfin l'équilibre serait obtenu au-dessus de 250 ou 350 km., suivant que l'oxygène est moléculaire ou atomique. A 400 km, il ne resterait sensiblement plus dans le premier cas que de l'azote à la pression de 10-9 mm. de mercure, et dans le second que de l'oxygène atomique à la pression de 10-7 mm. La réalité doit se placer entre ces cas extrêmes, puisque les aurores les plus hautes présentent le spectre des deux éléments avec prédominance de l'azote.

LE SOLEIL ET L'ATMOSPHÈRE. — Lz rayonnement du soleil est de loin la source d'énergie la plus importante du globe. Les cycles diurnes et saisonniers règlent presque tous les phénomènes terrestres. En outre, le soleil est une étoile variable de période onze ans. Son activité se mesure habituellement par l'abondance des taches solaires, qu'on observe aisément, mais la corrélation des phénomènes terrestres avec les taches n'est probablement qu'indirecte : ce sont, des manifestations indépendantes d'une même variation d'activité.

Au contraire, divers effets atmosphériques sont liés aux éruptions solaires, qui sont des explosions d'hydrogène, d'hélium et de calcium ionisé, avec des vitesses allant jusqu'à 600 km. /sec et dues probablement à la pression de radiation. Elles ne durent parfois que quelques minutes, mais une surveillance constante au spectrohélioscope est organisée dans divers observatoires. Ces éruptions s'accompagnent d'aurores polaires intenses descendant aux basses latitudes et d'orages magnétiques, par suite d'une émission de corpuscules électrisés, et de perturbations ionosphériques produites par un accroissement des radiations de courte longueur d'onde, mais de nature encore incertaine : probablement un mélange d'ultra-violet à spectre continu et de raies. Selon Milne, cet accroissement de rayonnement doit entraîner par pression de radiation une émission intense de particules, aussi est-il probable que corpuscules et ondes électromagnétiques partent simultanément d'une même portion de la surface solaire.

En dehors de ces périodes brèves d'activité exceptionnelle, il se produit constamment une émission moins énergique de particules, qui ne dépassent plus les régions polaires, et de rayonnement qui règle la vie sur le globe : dans l'infra-rouge les bandes de la vapeur d'eau et du gaz carbonique absorbent dans la troposphère une partie de l'énergie rayonnée et la transforment en chaleur, tandis que l'oxygène et l'ozone produisent dans la stratosphère le même effet sur l'ultra-violet et que les plus courtes longueurs d'onde ionisent les molécules et atomes. Ce rôle essentiel de la haute atmosphère, insoupçonné pendant longtemps, ne peut que s'accroître dans l'avenir, lorsque nous connaîtrons mieux les relations qui s'établissent entre l'air des grandes altitudes et celui que nous respirons.

Y. LE GRAND, *Sous-Directeur au Muséum d'Histoire Naturelle.*

BIBLIOGRAPHIE

Exposés d'ensemble : WIEN-HARMS, *Hdb. d. Experimentalphysik*, Bd. 25, Leipzig, 1931.
GUTENBERG, *Lehrb. d. Geophysik*, Berlin 1929.
HAURWITZ, *J. Roy. Astron. Soc. of Canada* oct. 1936, fév. 1937.
PANETH, etc., *Quat. J. Roy. Meteor. Soc.*, 65 1939, p. 303.
Ozone : FABRY et BUISSON, *L'absorption des radiations dans la haute atmosphère*, Paris, 1930.
VASSY, *Ann. de Phys.*, 8, 1937, p. 679 ; *J. de Phys.*, 1941, p. 81.
Crépuscule : HULBURT, *J. Opt. Soc. Amer.*, 28, 1938 p. 227.
Projecteurs : JOHNSON, etc., *ibid.*, 29, 1939, p. 512
Ciel nocturne : DÉJARDIN, *Rev. Modern Phys.*, 8 1936, p. 1.
Ionosphère : *Minno*, *ibid.*, 9, 1937, p. 1.
Magnétisme terrestre : HULBURT, *ibid.*, 9, 1947, p. 44
Aurores : HEWSON, *ibid.*, 9, 1937, p. 403.
Température : MARTYN et PULLEY, *Proc. Roy Soc.* A. 154, 1936, p. 463.
VASSY, *J. de Phys.*, 1942, p. 8.
Niveau d'équilibre : MITRA et RAKSHIT, *Ind. J. of Phys.*, 12, 1938, p. 47.
« Un ouvrage remarquable de R. JOUAUST sur l'Ionosphère, vient de paraître aux Editions de la *Revue d'Optique*, Paris (note ajoutée en 1945). »

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences physiques et chimiques

AUBERT (M.). — **Analyse des mélanges de carbures par les méthodes optiques.** — 1 *vol.*, *in*-8° (mémorial des sciences physiques), de 56 *p.*, *Gauthiers-Villars, éditeurs, Paris.*

La nécessité de réaliser des moteurs d'avions de puissances massiques sans cesse croissantes, a conduit à mettre au point des moteurs de plus en plus perfectionnés pour lesquels il a fallu utiliser comme carburants des essences spéciales. L'analyse de ces essences, l'identification de leurs constituants, l'étude de leurs propriétés chimiques et thermodynamiques, ont fait l'objet de recherches poursuivis avec persévérance par les Services Techniques de l'Aéronautique française, en étroite coopération avec le Laboratoire des Recherches physiques de la Sorbonne et avec l'Institut de Mécanique de la Faculté des Sciences de Paris.

M. Aubert, qui a pris une part importante à ces recherches, a condensé en un petit nombres de pages, les résultats les plus importants qu'elles ont fourni. Son exposé intéressera non seulement les techniciens de l'aviation, à qui le présent fascicule du Mémorial des Sciences physiques est particulièrement destiné, mais aussi les physico-chimistes qui y puiseront des renseignements susceptibles de préciser leurs connaissances théoriques.

On peut obtenir par bien des méthodes, des indications utiles sur la composition des essences. Une distillation préalable, à condition d'être poussée assez loin, fournit déjà quelques données ; il en est de même de la détermination des températures critiques de solubilités. Mais, dans le présent fascicule, l'auteur n'envisage que les méthodes optiques.

Après quelques brèves indications sur la polarisation rotatoire, la polarisation rotatoire magnétique et la dépolarisation de la lumière diffusée, l'auteur décrit en détail les méthodes basées sur l'étude des spectres d'absorption, principalement du spectre d'absorption infra-rouge, et sur l'étude de l'effet Raman. Il analyse longuement les résultats que ces deux groupes de méthodes ont fourni sur les principaux types de carbure.

De nombreux tableaux rassemblant les principales données numériques relatives aux divers phénomènes analysés, seront particulièrement appréciés des techniciens et des chimistes.

A. BOUTARIC.

BATES (L.). — **Modern magnetism.** 1 *vol.* 340 *p.*, *Cambridge University Press Ed.*, 1939. *Prix : relié*, 16 *s.*

La collection de la Cambridge University Press vient de s'enrichir d'un nouvel et fort bel ouvrage de Bates sur le magnétisme. Cette question qui a donné lieu récemment à des développements théoriques et pratiques si importants, n'était pas traitée jusqu'ici dans son ensemble. Le présent ouvrage comble très heureusement cette lacune en donnant un exposé succinct mais très cohérent des résultats essentiels des recherches modernes. L'auteur prend, dès son point de départ, appui sur les notions fondamentales de la théorie quantique (Etude de Bohn, modèle vectoriel, principe de Pauli, spin électronique, effet Leeman) et rattache à ces notions atomiques les définitions classiques de la matière prise en masse (susceptibilité, perméabilité, diangnétisme, ferromagnétisme, etc...) Un premier chapitre est consacré à la production et à la mesure des champs magnétiques, aux aimants et aux électro-aimants de type moderne, aux mesures à l'aide du fluomètre, de la spirale de bismuth et de la balance électro-magnétique. Les mesures de susceptibilité au moyen de substances isotropes sont développés dans tout leur détail, depuis les anciennes méthodes de Gony et de Curie jusqu'aux travaux récents de Kapitna et de Webstar. L'étude magnétique des cristaux uniques, des substances cristallines, des cristaux ferromagnétiques et des alliages, est faite en tenant compte des résultats remarquables obtenus par Weiss et par ses élèves. M. Bates aborde ensuite la question du magnétisme particulaire, y compris les problèms de structure hyperfine liée au spin nucléaire, et expose les belles recherches de Rabi et Cohen sur le moment magnétique du protat et du neutron. Les effets gyromagnétiques se rattachent assez naturellement au point de vue des moments atomiques. La théorie des ferromagnétiques de Heisenberg et les expériences si précises de l'Ecole de Strasbourg, sont présentées parallèlement les unes aux autres et confrontées entre elles. La thermodynamique de l'aimantation et ses applications fondamentales à la production des très basses températures, l'effet magnétocalorique et ses applications, le ferromagnétisme aux basses températures sont autant de sujets que M. Bates expose avec précision et compétence. L'ouvrage se termine par un chapitre relatif à la magnétostriction et à l'effet Barkhansen. Comme on le dit, tous les aspects modernes

du magnétisme ont été décrits par l'auteur d'une façon propre à intéresser vivement le physicien, tant au point de vue théorique qu'au point de vue expérimental.

Léon Bloch.

CATTELAIN (E.). — **Pour comprendre la Chimie moderne.** — *Préface de* l'Abbé Moreux, *Directeur de l'Observatoire de Bourges, 3e édition, revue, corrigée et augmentée.* 1 *vol. in-16 de 274 p. et 63 fig. Doin et Cie, édit., Paris,* 1941. (*Prix* : 33 *fr.*)

Ce livre, qui a reçu l'accueil le plus favorable (la première édition a paru en 1933) n'est ni un Traité, ni un Cours de Chimie. Il n'a d'autre but que d'initier le public, dans un style simple, clair et précis, à une science dont les applications se pressent, multiples et variées, autour de lui.

Aux nombreuses questions que se pose un esprit curieux, cette initiation cherche à répondre. Le champ qu'elle embrasse est immense : ne pouvant renfermer tout ce qu'il est possible de savoir, elle fournit, du moins, ce qu'il n'est pas permis d'ignorer.

L'édition actuelle, qui est notablement plus volumineuse que les précédentes, a été tenue soigneusement au courant des nouveautés essentielles, l'auteur, par des modifications et des additions appropriées, s'étant attaché à y introduire les principales acquisitions de la science au fur et à mesure qu'elles voyaient le jour, toutes les questions de détail ou d'intérêt secondaire ayant été volontairement laissées à l'écart.

Cet ouvrage élémentaire constitue en quelque sorte la charpente même de nos connaissances en Chimie. Il initie graduellement le lecteur au mécanisme des transformations profondes de la matière en lui présentant les grandes lignes de cette science avec le relief qui leur convient et, par suite, il lui facilite l'accession aux Traités proprement dits.

S. R.

CLARK (Walter). — **Photographes by infrared.** (La photographie infra-rouge, ses principes et ses applications.) 1 *vol. relié* 400 *pp., Chapmann et Hall édit., Londres* 1939. *Prix* : *relié,* 25 *sh.*

On sait quelle importance a prise au cours des dernières années la question de la photographie infra-rouge. Les progrès très rapides réalisés dans ce domaine ne se trouvaient jusqu'ici exposés que d'une façon fragmentaire dans un grand nombre de mémoires originaux. Nous devons à M. Clark d'avoir enfin une étude d'ensemble de la question, qui donnera satisfaction à la fois au physicien et aux divers praticiens qui ont recours à l'infra-rouge. Son livre se caractérise par une parfaite clarté, qui n'exclut nullement la haute tenue scientifique, jointe au soin constant d'être immédiatement applicable aux divers problèmes qu'on peut êrre amené à envisager. Bien que l'auteur se limite volontairement à l'infra-rouge photographique, de longueur d'onde voisine du spectre visible, il donne aussi incidemment des indications intéressantes sur l'infra-rouge lointain, qui fait la jonction avec le domaine des « rayons restants ». En sa qualité d'Ingénieur aux Laboratoires Kokak, M. Clark détaille avec une compétence exceptionnelle, tout ce qui est relatif à la pratique générale de la photographie infra-rouge, depuis l'installation de la chambre noire jusqu'à la fabrication des plaques spéciales sensibilisées pour l'infra-rouge. Il fait un historique très intéressant des travaux de Hirschel et de ses successeurs sur l'effet Herschel et la phosphorophotographie. Un chapitre particulièrement suggestif est consacré à l'étude des sources infra-rouges, on y trouvera des tableaux numériques très utiles concernant le rendement en infra-rouge des arcs, des filaments incandescents, etc... Mais l'intérêt du lecteur se concentrera surtout sur les nombreuses et élégantes applications de la photographie infra-rouge aux problèmes les plus divers : applications médicales (varices, lésions oculaires, etc.) ; applications botaniques et paléontologiques ; microphotographie infra-rouge ; applications industrielles et criminologiques à la distinction des matériaux, applications graphologiques et artistiques, etc... Le physicien, le météorologiste, l'aéronaute, s'intéressent spécialement à la pénétration du rayonnement infra-rouge à travers le brouillard, à la photographie en temps de brume, à la photoprojection des nuages. Toutes ces questions sont traitées par M. Clark avec méthode et compétence. Les divers chapitres sont illustrés de figures et de reproductions photographiques d'un haut intérêt (clichés d'astrophysique, de géodésie, etc...). Une bibliographie très complète et bien au courant, est annexée à chaque groupe de questions ; des tableaux et renseignements quantitatifs seront les bienvenus pour tous les techniciens. L'ensemble du livre est remarquablement bien présenté par la maison Chapmann et Hall.

Léon Bloch.

GLOCLKER (G.) et **LIND** (C.). — **The electrochemistry of gases and olther dialectrics.** (Electrochimie des gaz et autres diélectriques.) 1 *vol. in-12 de* 470 *p., Chapman et Hall édit., Londres,* 1939. *Prix* : *Relié,* 30 *sh.*

Ce livre, qui était destiné primitivement à figurer dans la Collection des Monographies sur les Isolants Electriques, a pris entre les mains de ses auteurs, un tel développement qu'on a préféré le

ublier comme un ouvrage indépendant. Il repré-ente à la fois une étude des propriétés des diélec-riques, particulièrement des gaz, dans le champ lectrique, et une étude des réactions chimiques ui prennent naissance une fois que la décharge st amorcée. A ce double point de vue, il intéressera un très haut degré le physicien électricien d'une art, le chimiste et l'électrochimiste de l'autre. es indications données par les auteurs sur la héorie classique de l'ionisation et de la conduction, ont suffisantes pour leur permettre d'interpréter 'une façon utile, la plupart des réactions qu'ils numèrent. En fait, l'originalité de leur travail st moins dans l'exposé des théories que dans la iscussion des faits. On peut dire qu'il n'y a presque as de réaction chimique importante, liée à la dé-harge électrique qui ne soit étudiée dans l'un ou autre des chapitres de l'ouvrage. A cet égard, constitue un livre de documentation remarqua-lement complet et dont l'équivalent n'existait as encore dans la littérature. L'action de la dé-harge électrique dans les tubes à vide, celle de la écharge sans électrodes, de la décharge par arc, e la décharge par rayons cathodiques et par jets lectroniques, sont analysés avec beaucoup de larté et de précision. L'application à l'azote actif, l'ozone, aux hydrocarbures intéressant spéciales nent les physico-chimistes. Le rôle joué par le-ons gazeux ou les ions métalliques est mis en évi-ence sur de nombreux exemples, à l'appui des-uels les auteurs apportent toujours une biblio-raphie très impartiale, très complète, et très utile. 'ouvrage est édité d'une façon soignée et élégante, ui sera très appréciée du lecteur français.

Léon Bloch.

ECAT (Maurice). — **L'Azéotropie.** — Biblio-graphie, T. II (1932-1941). *Bruxelles, Lamertin*. 1942 X *et* 128 *pages in-8º*.

L'ampleur énorme qu'ont prise les recherches ur l'azéotropie et l'importance des applications ndustrielles auxquelles elles ont conduit, ont bien ayé l'auteur des efforts qu'il a poursuivis inlas-ablement pour assurer à l' « azéotropologie » la lace qu'elle justifie. Il s'est attaché à manifester et éclatant succès et à fournir un instrument de ravail infiniment précieux pour tous ceux qui 'intéressent à cette science en publiant une bi-liographie complète dont l'étendue suffit à mon-rer combien ces problèmes ont suscité de recherches ans tous les pays. Le tome I, publié en 1933, avait onné la bibliographie antérieure à cette date. Ce econd tome, qui s'applique à une période de dix nnées, est presque aussi volumineux.

Le tome I avait pour titre l'Azéotropisme, c'est-à-ire qu'il utilisait encore la désignation adoptée ar l'auteur en 1918. Une note terminologique, placée à la fin du second tome, indique la volonté de l'auteur d'adopter le terme « azéotropie » inauguré par Van Laar dans les *Tables annuelles de Constantes* de 1930, et le terme *azéotropie* introduit par Barbaudy pour désigner un mélange azéotropique.

L'ouvrage contient quatre parties. La plus importante donne, suivant l'ordre alphabétique des noms d'auteurs, la désignation précise de toutes les publications et des brevets ; quelques éclaircissements sont même ajoutés au libellé du titre, lorsque cela est utile. Deux tables chronologiques, consacrées l'une aux publications, l'autre aux brevets, renvoient au répertoire alphabétique. Enfin, un répertoire complet des périodiques permet de retrouver toutes les publications qui ont paru dans chacun d'entre eux.

Quelques notes statistiques terminent cette bibliographie pour en préciser l'ampleur : elle porte en 731 publications et 321 brevets, avec 716 noms d'auteurs.

Cet ouvrage représente un effort de documentation énorme, que l'auteur a réalisé, non seulement pour suivre le succès de son apostolat, mais pour préparer les deux ouvrages fondamentaux dont il annonce la prochaine parution, et qui seront les guides indispensables de tous les utilisateurs : des *Tables d'azéotropes* et des *Tables pour rectification azéotropique*.

Les préfaces et notes contiennent quelques polémiques et manifestations d'amertume. Malgré l'indésirable succès qui ont eu les préfaces d'un remarquable traité de Physique sui ont inauguré dans cette voie avec une verve inégalable, on peut penser que cette méthode n'est pas à se généraliser dans les ouvrages scientifiques, où l'on aime à trouver une parfaite sérénité.

J. V.

MILLIKAN (R.-A.). — **Cosmics rays** (Rayons cosmiques). 1 *vol.* 134 *p., Cambridge University Presse*, 1939. *Prix* : *Relié* : 8 *sh.* 6 *p.*

Un livre de M. Millikan sur les rayons cosmiqus ne saurait être une publication indifférente. Le rôle fondamental joué par l'auteur dans la découverte et l'étude de ces rayons, indique déjà qu'un tel livre doit porter la marque d'une originalité assez rare. Si nous ajoutons qu'il s'agit d'un exposé court, sans calcul, s'adressant directement au grand public, nous ferons comprendre que ce dernier trouvera dans l'exposé de M. Millikan à la fois plaisir et profit. Il s'agit, à vrai dire, de trois conférences, dont la première version a été faite en 1936 à l'Université de Virginia, qui ont été reprises et complétées en 1937 à l'Université de Dublin, et que l'auteur présente ici sous une forme encore remaniée en novembre 1939. Il est donc tenu compte dans ces leçons des vues les plus ré-

centes sur la nature et les propriétés des rayons cosmiques (positions, mésotions, gerbes, etc...). Mais à côté de ce souci documentaire, M. Millikan ne perd jamais de vue le souci historiqe, et il arrive à faire comprendre comment l'accumulation des expériences faites depuis dix ans a amené progressivement à étendre au delà des limites connues le domaine de l'énergétique corpusculaire. S'il se réfère surtout, comme il est naturel, aux travaux de l'école américaine, il rend justice aux tentatives souvent heureuses qui ont été faites en Angleterre, en France et ailleurs. Bien qu'il n'hésite jamais à énoncer ses préférences personnelles, M. Millikan ne cache pas au lecteur que dans l'état actuel de la science le champ reste largement ouvert à d'autres hypothèses. On doit lui savoir gré d'avoir rédigé ces conférences d'une plume alerte qui en rend la lecture très attachante. On doit l'approuver plus encore d'avoir fait œuvre de savant véritable en répudiant tout dogmatisme intolérant et tout ce qui, dans le domaine scientifique, peut s'appeler « hitlérisme transcendental ».

Léon Bloch.

RIBAUD (G.) et **BRUN** (E.). — **La convection forcée de la chaleur en régime d'écoulement turbulent.** — Mémorial des Sciences physiques. *Fasc.* 46, 82 *pages*, 16×25. *Gauthier-Villars, Paris*, 1942.

Un précédent fascicule de la même collection, a étudié la convection de la chaleur en régime d'écoulement laminaire. Il avait été rédigé par M. Ribaud, avec la collaboration de M. Alain Lemonnier, mort glorieusement devant Dunkerque, le 3 juin 1940, à qui l'auteur rend un pieux hommage dans l'avertissement liminaire.

Ce nouveau fascicule a été écrit en collaboration par MM. Ribaud et Brun. Il se limite, comme le premier, au cas des écoulements fluides dirigés tangentiellement aux parois métalliques avec lesquelles se fait l'échange de chaleur (plaque, ou conduite cylindrique). D'autres fascicules sont annoncés qui étudieront la conviction forcée le long d'obstacles disposés normalement ou obliquement par rapport à la vitesse d'ensemble du fluide, et la convection naturelle.

Le chapitre I fournit les renseignement utiles sur la constitution, la définition et l'étude, d'un écoulement turbulent, et sur les mesures relatives aux fluctuations qu'il comporte par sa définition même.

On sait les liens intimes qui existent, dans les écoulements fluides, entre le frottement, qui correspond aux échanges de quantité de mouvement entre les couches en déplacement rélatif, et la convection de la chaleur qui correspond aux échanges d'énergie cinétique. On ne s'étonnera donc pas de voir le chapitre II systématiqueme consacré à l'étude du frottement turbulent. D expériences relatives au frottement — beauco plus faciles à réaliser — on pourra en effet, ti des conclusions utiles relatives au phénomène convection.

Ce chapitre, nécessaire pour l'étude de la co vection calorifique, donne ainsi une monograph succincte de la question des pertes de charge da les écoulements cylindriques turbulents qui se précieuse aux lecteurs désireux de se renseign sur ce problème considéré en soi, dont le domai d'applications industrielles est encore plus étend

Le chapitre III aborde la théorie générale de convection de la chaleur. La grandeur intér sante est le coefficient de convection α entre fluide et la paroi, défini par l'expression $Q =$ $(T_1 - T_2)$. s. t, écrite pour la quantité de chaleur q traverse la surface s de la paroi pendant le temps Mais, s'il est assez facile de préciser la températu T_1 de la paroi, il s'introduit une convention da la définition de la température T_2 du fluide, à chaque convention possible correspondra coefficient de convection distinct. On peut prend la température T_0 sur l'axe du conduit, ou bien température moyenne, qui peut elle-même êt définie de trois manières différentes suivant qu' la rapporte à la section, ou au débit en volume, au débit en masse par les trois expressions :

$$T_m = \frac{\int_0^r 2\pi y\, T\, dy}{\int_0^r 2\pi y\, dy} \qquad T'_m = \frac{\int_0^r 2\pi y\, u\, T\, dy}{\int_0^r 2\pi y\, u\, dy}$$

et

$$T''_m = \frac{\int_0^r 2\pi y\, \rho\, u\, T\, dy}{\int_0^r 2\pi y\, \rho\, u\, dy}$$

Toutefois, ces trois définitions de la températu moyenne, qui aboutissent à des valeurs très diff rentes dans un écoulement laminaire, donne des résultats voisins les uns des autres dans le c des écoulements turbulents.

On ne peut pas donner un résumé succinct de matière très dense contenue dans ce chapitre dans le chapitre IV qui le prolonge par divers dév loppements pratiques. Cet ouvrage est indispe sable aux ingénieurs aussi bien qu'aux physicien à qui il apporte une documentation précieuse s des problèmes, qui ont fait l'objet de recherch extrêmement actives à l'étranger au cours de c dernières décades. Il contribuera de façon uti à rappeler aux physiciens français l'intérêt scie tifique et l'utilité technique des recherches mécanique des fluides, qu'une école active s'a plique heureusement à remettre en honneur p une conjugaison nécessaire des efforts des math maticiens et des expérimentateurs.

J. V.

RICHARDSON (E.-G.). — **Sound** (Le Son). — 1 *vol de 340 p., Arnold et Cie, Edit. Londres,* 1940.

Nos lecteurs connaissent déjà les deux premières éditions du beau Livre de Richardson, la troisième édition que nous leur présentons ici, constitue encore un total progrès sur les précédents. Les chapitres sur l'importance acoustique, les supersons et la reproduction sonore ont été sensiblement accrus et mis au courant, de façon à rejoindre les importants progrès accomplis dans ces divers domaines par les recherches des quatre dernières années. La bibliographie acoustique a pris dans ces derniers temps un tel développement, que l'acteur a dû se contenter d'en donner un aperçu partiel, renvoyant le lecteur aux analyses publiées annuellement dans les recueils spéciaux. Par contre, il a développé avec soin les applications modernes si nombreuses de l'acoustique à la diffusion, à la détection, et à certaines branches de l'industrie. Le lecteur trouvera dans cet ouvrage tout ce qui est vraiment utile théoriquement et pratiquement pour la poursuite des recherches acoustiques les plus variées. Léon Bloch.

Luminescence. Discussion générale tenue à la Faraday Society. — 1 *vol.* 240 *p., Gurney and Jacskon Ed., Londres et Edimbourg. Prix : relié,* 12 *sh.* 6 *p.*

Nous avons assez souvent appelé l'attention de nos lecteurs sur l'intérêt des discussions tenues périodiquement à la Faraday Society pour qu'il suffise d'indiquer ici les titres des principaux rapports présentés dans la question si importante de la luminescence.

Après une introduction générale de Randall sur quelques expériences récentes en luminescence, l'étude de la luminescence des liquides et des vapeurs a comporté un mémoire de Bowen sur la fluorescence en solution, complété par des communications de Pringstein, de Bower et Norton, et de Weiss sur l'extinction de la fluorescence des molécules organiques en solution. Locher a étudié la polarisation de la fluorescence des colorants dissous dans des mésophases. Terenine et ses collaborateurs ont parlé de la photoluminescence et des échanges d'énergie vibratoire dans les molécules complexes. L'introduction à l'étude de la luminescence des solides a été présentée par Spedding. Un important mémoire de Gurney et Mott est consacré à la théorie de la luminescence des solides. La luminescence cristalline a été interprétée par Seitz, et la phosphorescence des sulfures a été rattachée par Milner à la théorie des zones dans les solides. Parmi les travaux français, citons ceux de M. Curie sur la phosphorescence des verres et ceux d'Audebert sur la chemiluminescence ultra-violette. Divers exposés sur des points particuliers ont été faits par Ewles, L. Lévy et West, Riehl, Tomaschek, Jenkins et Bowdell, Minchin, Davies. La luminescence chimique a donné lieu à diverses communications intéressantes d'Evans, de Dreve, de Bawn et Dunning, de Hantuky, de Weiss, de Destrian, de Harwey, etc... Comme toujours à la Faraday Society, les présentations de mémoires ont été suivies de discussions souvent très nourries qui ajoutenent encore à l'intérêt de cette belle publication. Léon Bloch.

Terrestrial Magnetism and Electricity. *Edité par J.-A. Fleming ches Mc Graw Hill, Londres,* 1939.

Ce très beau volume de 800 pages, constitue le tome VIII de l'Encyclopédie de Physique du Globe. Il a été édité à Washington en juillet 1939 et constitue certainement l'exposé le plus riche et le plus au courant de tous les problèmes se rattachant au double point de vue de l'électricité et du magnétisme terrestres. Ce double point de vue comporte lui-même des aspects très différents, pour lesquels il a été nécessaire de faire appel à des collaborateurs spécialisés. Après un Chapitre Magistral, dû à Fleming lui-même, sur l'histoire et les variations du magnétisme terrestre, l'étude des instruments magnétiques est faite d'une façon détaillée par Johnston, Fleming et Mc Comb. L'étude magnétique des roches et la proportion magnétique sont étudiées par C.-A. Heiland. Un chapitre de O.-H. Gish sur l'électricité atmosphérique donne les principes de l'observation électrique de l'atmosphère les instruments de mesures et les modes d'observation sont décrits d'une façon spéciale par Torreson. W.-J. Rosney traite la question des courants telluriques, Mc Nish et Bartels s'occupent des causes du magnétisme terrestre et de ses variations ainsi que de divers problèmes connexes (perturbations magnétique, effets luni-solaires, orages magnétiques, etc...). Les intéressantes questions concernant la constitution de la haute atmosphère, sont abordées par Berkner au point de vue radio-électrique et par Hulbert au point de vue météorologique (aurores, lumière zodiacale, ozone atmosphérique). L'aurore polaire et ses manifestations spectrales si caractéristiques, sont décrites par Vegant en vue d'arriver à déterminer la structure de la haute atmosphère. F.-J. Schonland s'est chargé de la description et de la classification des nuages électrisés et de l'étude des radiations électromagnétiques ainsi que des condensations atmosphériques. Un dernier chapitre, dû à D. Harradon, contient des notes bibliographiques et une documentation très complète. Il est clair, d'après ce qu'on vient de lire, que ce nouveau volume de

Physique du Globe est d'une valeur égale à ceux qui l'ont précédé et constitue un outil de travail indispensable aux météorologistes et aux physiciens. Léon BLOCH.

2° Divers

DECUGIS (H.). — **Le vieillissement du monde vivant.** — Préface de M. CAULLERY, membre de l'Institut. — *1 vol. in-8° de 356 pages avec figures Plon et Cie édit., Paris,* 1942.

Depuis trois quarts de siècle environ que les conceptions transformistes ont détruit la notion de leur fixité, nous avons cru que la « lutte pour la vie », amenait toujours la survivance des individus les plus aptes et tendait ainsi au perfectionnement indéfini des êtres vivants. En 1859, Darwin écrivait : « Puisque la sélection naturelle agit uniquement pour le bien de chaque être vivant, toutes ses qualités physiques et mentales tendent à progresser vers la perfection. »

Ce postulat tombe aujourd'hui en ruines. Certes, l'évolution reste peut-être la seule conception acceptable de la vie organisée, mais on ne peut plus croire qu'elle progresse indéfiniment.

L'auteur montre, par de très nombreux exemples, le vieillissement du monde vivant, végétal et animal, et la relativité des lois de sélection ou d'adaptation de la théorie classique de l'évolution. Il cherche à déterminer les causes de ce vieillissement : dérèglements glandulaires, hypercalcification, décalcification, acromégalie, obésité, cancer, parasitisme, etc., provoquant des tares héréditaires qui ont conduit à l'extinction d'espèces jadis florissantes. L' « *homo sapiens* » n'a pas été épargné et l'espèce humaine, prise dans son ensemble, apparaît à l'auteur comme étant sur son déclin.

L'*homme de Néanderthal* et autres fossiles appartenaient à des espèces dégradées. Les Tasmaniens ont disparu en 1877. Certaines races australiennes, les Négritos de Malaisie, les Pygmées des forêts africaines, les Boschimans sont en voie de disparition. « Seules les races blanches et quelques races asiatiques ou africaines bien douées ont conservé une plasticité suffisante pour leur permettre de continuer leur évolution ». L'homme civilisé peut, par la supériorité de son intelligence, discerner les dégénérescences qui le menacent et lutter contre elles. Il pourra aussi retarder l'inévitable échéance pendant un nombre de siècles indéterminé, mais il ne la supprimera pas, ne pouvant y échapper.

La préface de M. le Professeur Caullery apporte heureusement quelque atténuation à ces conclusions désespérées. « Dans un sujet de cet ordre, écrit-il, toutes les déductions sont largement sujettes à controverses ; les faits eux-mêmes apparaissent différemment à l'esprit selon la façon dont il est préparé à les envisager. Certains aspects, vus à grande distance de perspective, paraissent se dégager nettement de l'ensemble, tandis que, analysés de près et dans le détail, leur portée apparaît moins décisive. »

L'ouvrage de M. Decugis, résultats de la méditation d'un esprit cultivé et pénétrant, présente une originalité et une valeur scientifique indiscutables. Comme celle de son bel ouvrage sur le *Destin des Races blanches*, nous conseillons très vivement la lecture du présent volume, nouvel aspect de la laborieuse activité de son auteur.

E. CATTELAIN.

LECOMTE DU NOÜY. — **L'avenir de l'esprit.** — *1 vol. in-16 de 310 p. — Gallimard, édit., Paris,* 1941.

Le titre de l'ouvrage de M. Lecomte du Noüy est significatif : il implique d'emblée le concept d'évolution. Mais, avant de déterminer l'avenir, il importait d'examiner sinon l'origine de l'esprit, du moins ce qu'il fut dans le passé, ce qu'il est dans le présent.

Et d'abord, comment ne pas rattacher l'évolution de l'esprit à l'évolution de la vie, et par delà, à l'évolution de la terre ?

La place nous manque ici pour analyser les trois périodes de l'évolution de notre globe, telles que les décrit M. Lecomte du Noüy : la première qui va du commencement de l'univers jusqu'à l'apparition de la vie ; la seconde, de l'apparition de la vie et de l'homme jusqu'à l'éclosion de la conscience ; la troisième, qui date des premières manifestations de la conscience et qui se poursuit actuellement.

Disons tout de suite que l'auteur est sans illusion. Il se rend compte que « notre croyance dans l'évolution est, pour le présent, d'origine intuitive, métaphysique pourrait-on dire, plutôt que scientifique ». Mais les résultats actuels de la science ne contredisent pas non plus ni n'infirment le concept d'évolution et la thèse finaliste qui est celle de l'auteur.

De l'amibe à l'homme, « du point de départ au point d'arrivée..., la téléfinalité constate qu'il y a eu en moyenne progression constante... Elle remarque qu'il y a eu des essais ou tout au moins que tout se passe comme s'il y en avait eu » et « comme si ces essais ne devaient leur divergence qu'au hasard mais possédaient tous au départ une chance égale d'atteindre le but, c'est-à-dire l'homme pensant, l'homme abstractif, l'homme capable d'idées spirituelles et morales ». Quant au processus de transmission des caractères spirituels acquis, il serait représenté par la tradition avec une évidence qui, certes, fait défaut à son homologue, la thèse de l'hérédité des caractères physiques acquis.

C'est donc « sur le plan moral et spirituel que

avenir (de l'esprit) doit se poursuivre au moyen de . tradition et de la civilisation ». Là est l'avenir. à et pas ailleurs, à moins d'assigner comme but à évolution la réalisation d'une supériorité stricte- ient matérielle de l'espèce humaine sur les autres spèces et de conclure que, ce but ayant été atteint, . décadence, la dégradation sont maintenant otre lot. Or, les virtualités de l'âme humaine, ses spirations vers cet état de « conscience supé- eure » dont parle Renan sont aussi des faits qu'on e saurait passer sous silence... L. D.

HOTE (Henri). — **Les Touaregs du Hoggar.** *1 vol. in-8°, 415 pages, 58 figures, 5 cartes et 16 planches hors-texte. Paris, 1944, Payot éditeur.*

Les récits de voyage et la littérature ont fait onnaître au grand public le Hoggar et ses habi- ınts. Par contre, il n'existait en France que deux ıvrages sérieux sur les Touaregs, celui de Duvey- er sur les Touaregs du Nord datant de 1865 et lui de Benhazera sur les Touaregs du Hoggar, ıblié en 1908. Ces deux livres sont introuvables epuis longtemps, et de plus, bien des découvertes ıt été faites depuis 40 ans.

M. Henri Lhote a séjourné 9 ans chez les Toua- gs, se livrant à des enquêtes et recueillant d'im- ortantes collections ethnographiques.

Après une introduction géographique, l'auteur xpose le passé du Sahara, son peuplement, pré- . protohistorique. Les documents tirés de l'his- ire de l'ancienne Egypte, les gravures et les pein- ıres rupestres, les monuments lithiques et les ıteurs arabes sont passés en revue. Au total, les ouaregs forment un complexe ethnique inextri- ble, résultant de multiples métissages entre euples d'origines très diverses.

Plusieurs chapitres sont consacrés à des études hnographiques et le dernier livre expose la diffi- le conquête du Hoggar et de ses annexes.

La première mission du Transsaharien dirigée ır le colonel Flatters, fut massacrée en février 381. Ce n'est qu'en 1898 que la mission Foureau- amy réussit la traversée du Sahara, de Ouargla ı Tchad. La conquête du Sahara était à peu près rminée lorsque la guerre de 1914 remit tout en ıuse jusqu'en 1920.

Grâce à M. Henri Lhote, nous avons maintenant ı ouvrage complet sur l'origine, la vie et les œurs des Touaregs, ouvrage enrichi d'excellentes ustrations. R. Furon.

OT (Ferdinand), *Membre de l'Institut.* — **La France des origines à la guerre de Cent ans.** — *1 vol. in-8° de 276 p. Gallimard, éditeur, Paris, 1941.*

En tête de cette intéressante synthèse, l'auteur ne peut s'empêcher de remarquer qu'il existe encore aujourd'hui « dans l'esprit de nos contemporains d'étranges ignorances ». Et c'est à les dissiper, c'est à redresser pas mal d'erreurs persistantes, à réviser bien des idées reçues qu'il s'emploie avec autorité.

En particulier, on lira avec un intérêt très vif les chapitres consacrés à l'état de la société sous les premiers Capétiens : les institutions, l'Eglise, les classes sociales, la vie économique, l'enseignement, la vie intellectuelle et artistique font l'objet d'une mise au point qui s'appuie sur une érudition historique immense et un sens critique hors de pair.

Surtout, la lecture de ce livre apportera à tout Français cultivé une réponse à la question de savoir, — capitale à notre époque de reclassement des valeurs — ce que furent la France et les Français aux premiers siècles de leur histoire. A. M.

POISSON (Georges). — **L'Atlantide devant la science. Etude de Préhistoire.** *1 vol. in-8° (Bibliothèque scientifique), 254 pages, 9 figures et 4 planches hors-texte. Paris, 1945, Payot, éditeur. Prix : 90 fr.*

Voici un nouveau livre sur la question de l'Atlantide. On pourrait se demander s'il présente quelque opportunité après tant d'autres publiés sur le même sujet. L'auteur, qui croit à la réalité de l'Atlantide, développe un point de vue nouveau en utilisant des données préhistoriques.

Le territoire de l'Atlantide correspondrait à une presqu'île située au Sud du plateau sous-marin nord-atlantique. Vers la fin de son histoire, la presqu'île serait devenue une île dont les Açores seraient le dernier témoin émergé.

Parmi les Hommes du Paléolithique supérieur, G. Poisson souligne la différence qui existe entre la race de Cro-Magnon, qui est de très grande taille et celle de Combe-Capelle, plus petite. Les Hommes de Cro-Magnon, seraient les Atlantes et ils se seraient répandus sur les côtes occidentales de l'Europe et l'Afrique du Nord, ainsi qu'en Amérique du Nord.

On connaît leurs descendants dans le Sud-Ouest de la France, en Afrique du Nord et aux Canaries (les Guanches). Les Peaux-Rouges d'Amérique du Nord auraient la même origine.

En Europe occidentale, les Atlantes Cro-Magnon se seraient heurtés aux Hommes de Combe-Capelle et c'est le souvenir de leurs dernières luttes qui nous aurait été transmis par les prêtres égyptiens et Platon.

L'ouvrage se termine par des Annexes, parmi lesquelles deux Notes de M. Cottevieille-Giraudet sur les relations probables de l'Europe et de l'Amérique du Nord à l'Age du Renne.

R. Furon.

SORRE (Max.). — **Les fondements biologiques de la Géographie humaine. Essai d'une Ecologie de l'Homme.** 1 *vol. in*-8°, 440 *pages*, 31 *figures et cartes. Paris*, 1943, *Colin, éditeur*

Cet ouvrage traite des rapports de l'homme et de son entourage, considérés sous l'angle de la Géographie.

Résumé magistral de trente années de recherches et d'enseignement, c'est un Traité d'Ecologie humaine qui intéresse directement le géographe et le biogéographe, le physiologiste et le médecin, le sociologue et le philosophe. C'est une œuvre puissamment originale, appuyée sur une documentation énorme soulignée par des listes bibliographiques substantielles.

Le Livre premier est consacré à l'étude du climat et de ses relations avec les fonctions essentielles de l'organisme. Un des faits capitaux est l'ubiquité même de l'homme, puisque l'espace habité, l'œkoumène, s'étend pour ainsi dire d'un pôle à l'autre et à toutes les altitudes (au moins jusqu'à 78°8 lat. N. et 5.000 mètres d'altitude).

Le Livre II traite du milieu vivant et de l'alimentation de l'homme : origine des espèces cultivées ou domestiquées, action de l'homme sur l'espèce animale ou végétale, conditions du maintien en équilibre des associations créées par l'homme, besoins de l'organisme et géographie des régimes alimentaires.

Le Livre III expose la lutte quotidienne de l'organisme humain contre le milieu vivant, la maladie du sommeil, la malaria, la peste, la fièvre jaune, etc. Un chapitre est consacré à la géographie médicale, au transport des maladies et à la destruction des races.

Un tel ouvrage montre que la manière de concevoir les rapports entre l'organisme humain et le milieu géographique, a prodigieusement changé depuis un siècle. On voit le climat déterminer les limites de l'habitat humain et la répartition des associations végétales et animales aux dépens desquelles l'homme satisfait ses besoins alimentaires ; on voit encore l'influence des groupements pathogènes et de l'ancienneté du peuplement, enfin la vocation des contrées riches qui attirent et retiennent des populations très denses. L'Ecologie humaine devient la préface nécessaire de l'Anthropogéographie.

L'accroissement de la population à la surface de la Terre est limité par la quantité des ressources alimentaires, en fonction du surpeuplement, de la diminution de fertilité des sols, de la destruction des espèces utiles par les parasites et des variations du climat. C'est là le problème final de l'Ecologie humaine.

R. FURON.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 6 mars 1944

L. de Broglie et Mme **M.-A. Tonnelat** : *L'introduction des constantes de Coulomb et de Newton en mécanique ondulatoire.* — **G. Julia** : *Sur la convergence dans l'espace hilbertien.* — **Ky Fan** : *Un théorème général sur les probabilités associées à un système d'événements dépendants.* — **J. Gilly** : *Comparaison entre la théorie de la composition et la transformation de Laplace-Carson.* — **A. Fortier** : *Sur la formule de Bernouilli généralisée.* — **L. Escande** : *Coup de bélier dans un canal de fuite fonctionnant en charge.* — **R. Swyngedauw** : *Sur la variation de glissement d'un essieu aux grandes vitesses.* — **P. Sémirot** : *Conditions de choc dans le problème des trois corps.* — Mlle **E. Montel** : *Sur une nouvelle méthode de mesure des mobilités d'ions dans les gaz.* — **D. Genkin.** — *Sur la théorie de la machine à souder par points au moyen de la décharge d'un condensateur.* — **A. Maréchal** : *Etude de l'éclairement au centre de la tache de diffraction pour les différentes aberrations géométriques.* — **L. Herman** et Mme **R. Herman** : *Raie transaurorale 2972 Å ($^2P_1$-$^1S^0$) de l'atome neutre d'oxygène.* — **P. Bonét-Maury** et **M. Frilley** : *La production d'eau oxygénée dans l'eau irradiée par les rayons X* : La production d'eau oxygénée est liée de façon précise à l'énergie totale absorbée et cette réaction permet de doser par photocolorimétrie l'énergie totale cédée par un rayonnement au cours d'une irradiation. — **R. Chaminade, A. Fréon** et **R. Maze** : *Nouvelle mesure directe de la vie moyenne du méson au repos* : On trouve par une méthode indépendante de la masse du méson $\tau o = 2{,}2 \pm 0{,}2\ \mu$ sec. — **G. Chaudron, J. Hérenguel** et **P. Lacombe** : *Au sujet de la fragilité observée sur les solutions solides aluminium-zinc et aluminium-zinc-magnésium au cours de leur durcissement.* — **H. Guiter** : *Influence du pH sur la composition et l'aspect physique des molybdates de lithium.* — **H. Triché** : *La représentation ionique des corps organiques* : Calcul des volumes des ions constituant les corps organiques au moyen de la notion

de parachor. — **A. Nowakowski** et **Z. Mroczkowski** : *Sur l'oscillation des groupes acycliques et les empêchements stériques dans la chimie des sucres.* — **G. Vavon** et **J. Ducasse** : *Etude polarimétrique de l'alcoolyse sur le formiate de menthyle.* — **G. Petit** : *Effet Raman des acides diméthyl, mono-méthylarsiniques de l'oxyde de méthylarsine et de la triméthylarsine* : La région correspondant aux fréquences 770 cm^{-1} traduit la vibration arsenic-oxygène alors que la région située vers 600 cm^{-1} correspond à la vibration arsenic-carbone. — **P. Bordet** : *Le carbonifère et le Permien dans la dépression du Reyran (Estérel).* — **L. Glangeaud** et **J.-H. Mathieu** : *Un accident morphotectonique de la chaîne du Jura, la gouttière de Salins-les-Arsures.* — **A. Brun** : *Les locomotives transsahariennes et l'érosion sableuse* : Etude des conditions que doit réaliser la filtration de l'air d'alimentation et des sujétions correspondantes pour les locomotives. — **E. Boureau** : *Modifications morphologiques et anatomiques apportées par les influences de l'hétéro-auxine et des traumatismes dans les plantules de l'araucaria imbricata Pav.* — **P. Bergal** : *Traitement industriel des Orges à deux rangs (Hordeum distichum L.) contre le Charbon nu (Ustilago nuda).* Le grain est soumis à un premier trempage de 50 minutes à 45° pour permettre au mycelium de se développer. Celui-ci est ensuite détruit par un second trempage de 10 minutes à 52-52°5. — **M. Raymond-Hamet** : *Production d'un nouveau type de poisons du système sympathique par iodo-méthylation d'un sympathicolytique.* — **C. Dawydoff** : *Formation des cavités cœlomique chez les Tornaria du plancton indo-chinois.* — **L. Gallien** : *Différenciation indépendante et différenciation controlée par les hormones sexuelles, dans l'organogenèse du tractus génital et de la callosité chez Rana temporiaria L.* — **J. Tonnelat** : *Mesure calorimétrique du rendement de la photosynthèse* : Un nouveau calorimètre montre que ce rendement est de l'ordre de 30 %, la température de l'appareil étant rendue stable à 1/1000 de degré près.

Séance du 13 mars 1944

V. Thébault : *Contribution à la géométrie du triangle.* — **A. Lichnerowicz** : *Sur une inégalité relative aux espaces riemanniens complètement harmonuiqes.* — **H. Parodi** : *Les mouvements de lacet des locomotives.* — **G. Littaye** : *Influence de la vitesse de l'air sur le diamètre des plus petites gouttes obtenues par atomisation pneumatique.* — **L. Escande** : *Calcul du coup de bélier dans un canal de fuite fonctionnant en charge en tenant compte des pertes d'énergie.* — **J. Villey** : *Les possibilités de l'analyse dimensionnelle.* — **M. Cotte** : *Propagation d'ondes élastiques dans un milieu piézoélectrique.* — **J. Mariani** : *Espaces de Riemaonnn torsion et électromagnétisme.* — **M. Françt** *La mise au point visuelle dans un instrumen en-: taché d'aberration sphérique.* — **J. Lecomte** : *Remarques sur la nature et les fréquences des vibrations gauches de molécules organiques comprisea entre* 650 *et* 1450 cm^{-1}. — **H. Billot** : *Influencs exercée par un champ magnétique longitudinal sur les oscillations de torsion d'un fil de nickel.* — Mlle **I. Manescu** : *Spectres d'absorption K du Terbium* (65) *et de l'Holmium* (67). *Structures d'absorption K des terres rares yttriques.* — **F. Trombe** : *Remarques sur la variation de la chaleur de formation des chlorures et des bromures des éléments en fonction de leur numéro atomique* : Obtention d'une formule donnant pour les chlorures et bromures la chaleur de formation en fonction du numéro atomique. — **L. Hackspill** et **J. Cueilleron** : *Bore colloïdal* : Préparation et caractères d'une suspension de bore colloïdal. — **A. Nowkowski** et **Z. Mroczkowski** : *Dérivés du d-glucose possédant un groupement hydroxyle libre en position 4.* — Mlle **G. Cauquil** et **G. Tsatsas** : *Sur les chloro-2 décalines stéréoisomètes.* — **J. Schreiber** : *Sur l'acide méthylpyruvique* : Son obtention à partir de l'anhydride méthyl-oxalacétique. — **L. Glangeaud** : *Les glissements post-tectoniques dans le Jura et leur rôle dans les interprétations structurales.* — **J. Boucart, J. Jacquet, C. Francis-Bœuf** : *Sur la nature du sédiment marin appelé tangue.* — **E. Boureau** : *Anatomie comparée de la feuille carpellaire du Cycas circinalis et des écailles du cone des Pinacées. Ses conséquences pour la phylogénie des Gymnospermes.* — **R. Buvat** : *Processus de dédifférenciation dans le développement de racines adventives. I. Phénomènes histologiques.* — Mme **C. Sosa-Bourdouil** : *Sur la biologie et le chimisme d'un Lichen (Usnea barbata Web.)* — **G. Lemée** : *Evolution forestière comparée de l'Aubrac et du Cézallier au Postglaciaire* : Etude pollinique comparative de quatre tourbières du Cézallier et de six tourbières d'Aubrac. — **R. Herpin** : *Attaque des tubercules de Pomme de terre par le Doryphore.* — **M. Frilley** : et **R. Latarjet** : *Action de différentes radiations ionisantes sur la levure Saccharomyces ellipsoïdeus.* — **J. Nicolle** : *Etude de la croissance de certaines bactéries sur les antipodes optiques de l'arabinose* : Certaines bactéries peuvent utiliser les deux inverses optiques avec des vitesses très différentes.

Séance du 20 mars 1944

J. Chazy : *Sur la réduction du problème des trois corps à un système différentiel d'ordre six.* — **F. Joliot** : *Sur une méthode de mesure des parcours des radio-éléments de nature chimique déterminée, pro-*

jetée lors de la bipartition de l'uranium : Principe d'une méthode permettant la mesure du parcours d'un fragment de masse et de charge nucléaire connue. Vérifications expérimentales. — **J. Duclaux** : *L'absorption atmosphérique d'après les mesures de la Smithsonian Institution* : Examen critique conduisant à des conclusions très différentes de celles acceptées jusqu'ici sur l'absorption atmosphérique. — **A. Lichnerowicz** : *Sur les espaces riemanniens complètement harmoniques.* — **G. Choquet** : *Primitive d'une fonction par rapport à une fonction à variation non bornée.* — **J. Deny** : *Sur la convergence des suites de potentiels.* — **E. Selzer** : *Réalisation de magnétrons à anode non fendue, de grande symétrie. Etude de leurs propriétés statiques.* — **R. Servant** : *Spectropolarimètre photographique à grande luminosité.* — **Tsien San-Tsiang** : *Intensité des rayons γ du radium D.* — **M. Frilley** : *Spectographie par diffraction des rayons γ du RaD.* — **G. Chaudron** et **L. Moreau** : *Influence de l'hydrogène sur le module d'élasticité du fer* : Le module d'élasticité croît avec la charge du réseau du fer en hydrogène par électrolyse. — Mlle **F. Malin** : *Influence de traces de fer sur les propriétés magnétiques des alliages magnésium-cérium riches en magnésium.* — Mlle **L. Walter-Lévy** : *Hydrolyse du carbonate de magnésium* CO^3Mg, $3H^2o$ *en présence de chlorure de magnésium.* — **H. Triché** : *Représentation ionique de composés organiques à azote trivalent (Amines et éthers de l'acide thiocyanique).* — **R. Buvat** : *Processus de dédifférenciation dans le développement des racines adventives. Dédifférenciation des cellules chlorophylliennes.* — **H. Prat** : *Sur les relations existant entre le gradient de résistance à la chaleur, la maturation et l'hydratation des tissus végétaux.* — **G. Barbier** et **J. Chabannes** : *Sur la rétention de l'ion* SO^4 *dans les sols* : L'ion SO^4 forme des combinaisons d'adsorption avec les colloïdes du sol. — Mlle **M. Friant** : *Interprétation de la fosse pariéto-occipitale du cerveau humain.* — **P. Chabanaud** : *La nageoire caudale du hareng.* — **C. Dawydoff** : *Présence des genres Rhabdopleura et Cephalodiscus dans la mer de Chine Méridionale.* — **J. Jacquet** : *Sur l'évolution larvaire d'Hypoderma bovis chez le Cheval.*

Séance du 27 mars 1944

E. de Martonne et **P. Birot** : *Sur l'évolution des versants en climat tropical humide* : Le raisonnement et le calcul permettent de justifier la forme particulière des vallées des Serras du Brésil. — **G. Bertrand** et **L. Silberstein** : *Le bore dans le grain de blé, la farine et le pain.* — **G. Ramon** : *De la production naturelle d'antiferment spécifique chez certains animaux.* — **A. Portevin** et **P. Chevenard** : *Observations sur les transformations polymorphiques des agrégats cristallins.* — **G. Choquet** : *Etude différentielle des minimisantes dans les problèmes réguliers du calcul des variations.* — **M. Krasner** : *Rectification à ma note précédente et quelques nouvelles contributions à la théorie des hypergroupes.* — **C.-B. de Carbon** : *Abandon spontané de l'état plastique par relaxation visqueuse.* — **R. L'Hermite** : *Sur la variation du béton frais.* — **B. Kwall** : *Sur la mécanique ondulatoire des corpuscules élémentaires.* — Mlle **G. Gallin** : *Sur les pH des solutions ammoniacales.* — **H. Muraour** et **A. Michel-Lévy** : *Etude de l'influence de différents sels sur l'inflammation à l'air de mélanges gazeux combustibles.* — **L. Palfray**, **S. Sabetay** et **B. Gauthier** : *Sur l'hydrogénation sélective de l'aldéhyde cinnamique sous l'influence du nickel Raney.* — Mlle **G. Cauquil** et **G. Tsatsas** : *Transpositions moléculaires par déshalogénation au cours de l'action de* $IMg\,CH^3$ *sur les chloro-3 décalones-2. Obtention de quatre méthyldécalones (sans régression du cycle) et de trois acétyl hexahydroindanes (avec régression de cycle).* — **G. Vavon** et **P. Mottez** : *Action des dérivés halogénés sur les magnésiens aromatiques en présence de chlorure ferrique.* — **J. Bougault** et **P. Chabrier** : *Sur quelques propriétés du composé de fixation du chlorure de benzyle sur la thiourée.* — **M. Véron** : *Stéréogramme représentant toutes les fumées hydrogénées sèches d'un combustible donné.* — **R. Abrard** : *Les relations du bassin de Paris et du bassin aquitanien pendant le Lias.* — **P. Bernard** : *Amplitude verticale des ondes microséismiques dans des stations de sous-sols variés.* — **R. Buvat** : *Processus de dédifférenciation dans le développement des racines adventives. Dédifférenciation des cellules non chlorophylliennes du liber.* — **A. Sosa** et **V. Plouvier** : *Sur la composition des fruits du Parinasium macrophylum Sabine* : glucides, protides et diastases du fruit et de la graine. — **F. Caujolle**, **C. Franck** et **L. Girard** : *Toxicité des éthers de thymol.* — **A. Raynaud** et Mme **J. Raynaud** : *Altérations nucléaires et cytoplasmiques observées dans les cellules épithéliales des glandes sus-maxillaire du Mulot. (Apodemus sylvaticus L.)*